

平成23年3月～平成24年3月に発表した津波警報・注意報の評価について

1. 概要

平成23年3月1日～平成24年3月31日（以下、本期間と言う）に津波警報・注意報を発表した地震は10事例あり、そのうち予報区の中の最大グレードとして津波警報を発表したのは3事例、津波注意報は7事例であった。

本期間中に発表した津波警報・注意報を発表した地震について、震源位置の分布図を図1.1に、一覧表を表1.1に示す。2章からは、各地震について、津波警報・注意報発表の詳細を示すとともに、観測値との比較を示す。最後に、12章で、第1報時点での不確定性等を踏まえた本期間全体の評価のまとめを示す。

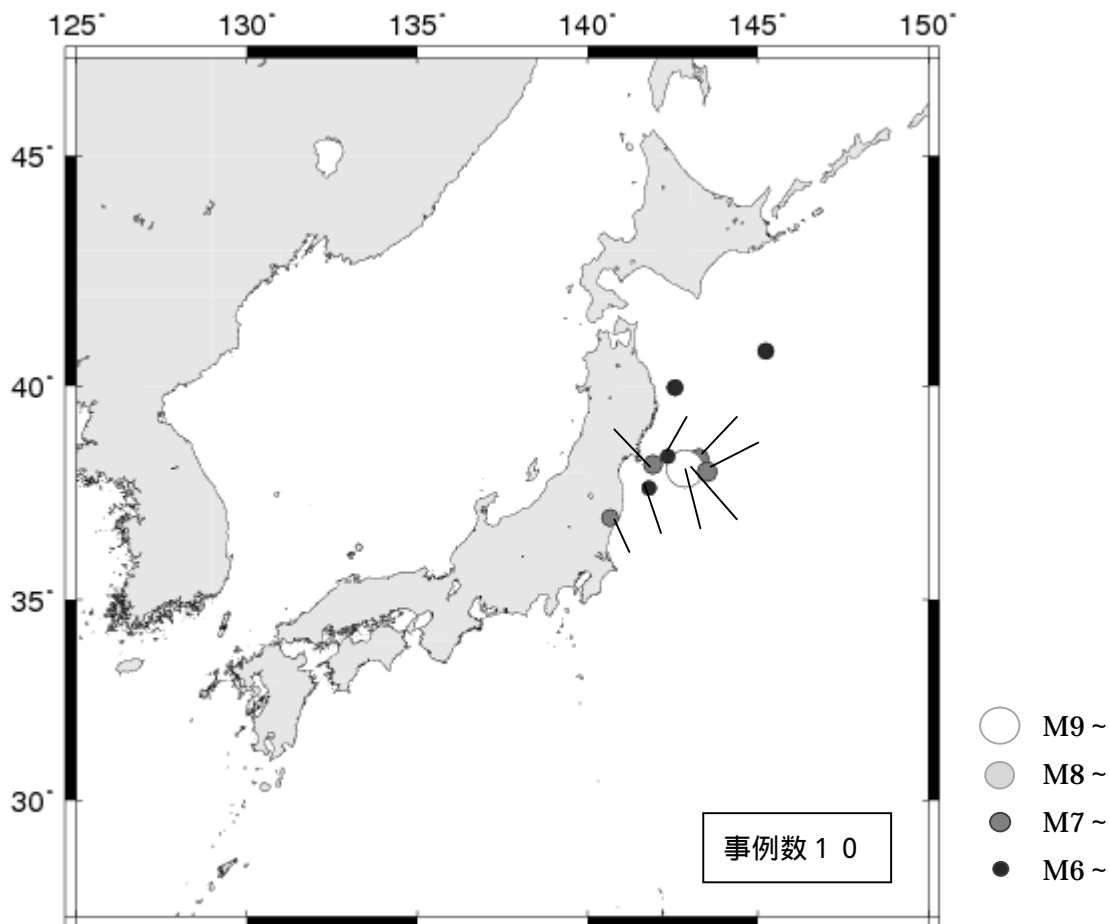


図1.1 平成23年3月1日～平成24年3月31日に津波警報・注意報を発表した地震  
 (図中の ~ は表1.1の番号に対応) ( は の下にプロットされている)

表 1.1 平成 23 年 3 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日に津波警報・注意報 を発表した地震

地震発生日		2011年									2012年
		3月9日	3月10日	3月11日	3月28日	4月7日	4月11日	6月23日	7月10日	8月19日	3月14日
震央地名		三陸沖	三陸沖	「平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震」	宮城県沖	宮城県沖	福島県浜通り	岩手県沖	三陸沖	福島県沖	三陸沖
地震発生時刻		11:45	6:23	3/11 14:46	7:23	23:32	17:16	6:50	9:57	14:36	18:08
津波警報・注意報 発表時刻		11:48	6:28	3/11 14:49	7:27	23:34	17:18	6:53	10:00	14:38	18:12
-		0:03	0:05	0:03	0:04	0:02	0:02	0:03	0:03	0:02	0:04
全解除時刻		14:50	7:30	3/13 17:58	9:05	4/8 0:55	18:05	7:45	11:45	15:15	19:40
-		3:02	1:02	2d 3:09	1:38	1:21	0:47	0:52	1:45	0:37	1:28
震源	緯度	北緯38度 19.7分	北緯38度 10.3分	北緯38度06.2分	北緯38度 23.0分	北緯38度 12.2分	北緯36度 56.7分	北緯39度 56.8分	北緯38度 01.9分	北緯37度 38.9分	北緯40度 46.5分
	経度	東経143度 16.7分	東経143度 02.6分	東経142度51.6分	東経142度 20.7分	東経141度 55.2分	東経140度 40.3分	東経142度 34.4分	東経143度 30.4分	東経141度 47.8分	東経145度 13.6分
	深さ	8km	9km	24km	32km	66km	6km	36km	34km	51km	64km
M (Mjma)		7.3	6.8	9.0 (Mw)	6.5	7.2	7.0	6.9	7.3	6.5	6.9
セントロイド	緯度	北緯38度 30.4分	北緯38度 13.5分	北緯37度48.8分	北緯38度 22.6分	北緯38度 16.3分	北緯36度 59.0分	北緯40度 07.2分	北緯37度 51.9分	北緯37度 33.9分	北緯40度 47.3分
	経度	東経143度 15.3分	東経143度 01.5分	東経143度02.5分	東経142度 20.1分	東経141度 56.1分	東経140度 40.5分	東経142度 34.3分	東経143度 29.5分	東経141度 49.4分	東経145度 12.8分
	深さ	19km	21km	10km	26km	54km	10km	47km	21km	48km	14km
Mw		7.3	6.4	9.0	6.2	7.1	6.7	6.7	7.0	6.3	6.9
断層面解1	走向	22	22	24	117	24	341	12	67	5	84
	傾斜	79	79	81	24	37	38	70	74	37	48
	すべり角	93	91	92	-75	87	-82	110	7	87	-98
断層面解2	走向	187	196	193	280	207	150	145	335	190	276
	傾斜	11	11	10	67	54	53	28	84	53	42
	すべり角	75	84	79	-97	92	-96	47	164	92	-81
発震機構の分類		逆断層	逆断層	逆断層	正断層	逆断層	正断層	逆断層	横ずれ断層	逆断層	正断層
警報・注意 報発表に用 いたM、深さ	M (Mjma)	7.2	6.6	7.9	6.5	7.4	7.1	6.7	7.1	6.8	6.8
	深さ	約10km	約10km	約10km	ごく浅い	約40km	約10km	約20km	約10km	約20km	約10km
津波警報		-	-		-			-	-	-	-
津波注意報											
観測された 津波の最大	高さ	55cm	11cm	9.3m以上	0cm	0cm	0cm	0cm	12cm	0cm	21cm
	地点	大船渡	石巻市鮎川	相馬	なし	なし	なし	なし	仙台港	なし	八戸港
津波による人的被害の 有無(消防庁による)		なし	なし	あり(死者16278人、行方不明者 2994人、負傷者6179人)	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
津波による物的被害 (消防庁による)		なし	なし	あり(詳細は消防庁の報告を参照の こと)	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
図1.1の番号											

## 2 . 平成 23 年 3 月 9 日 三陸沖の地震で発表した津波注意報

### 2 . 1 地震の概要

平成 23 年(2011 年) 3 月 9 日 11 時 45 分、三陸沖の深さ 8 km で M7.3 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。

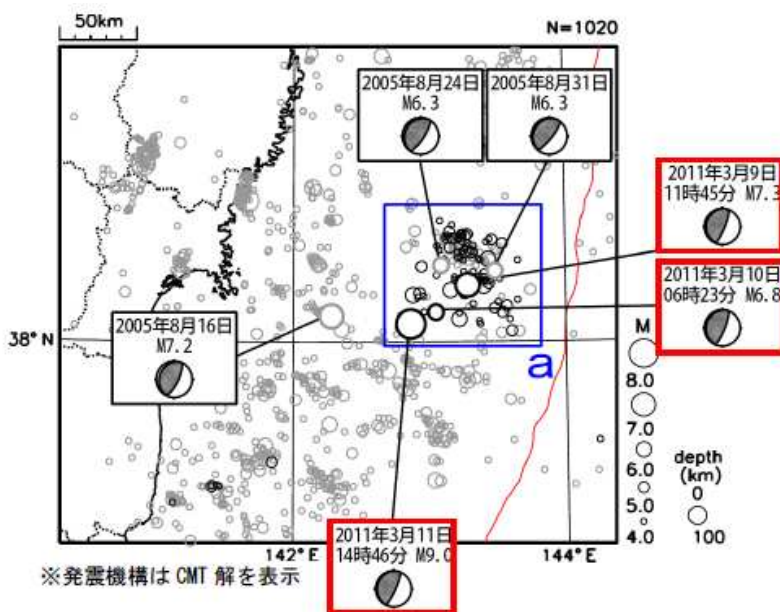


図 2.1 震央分布図

1997 年 10 月 1 日 ~ 2011 年 3 月 11 日 の期間に発生した、M 4.0、深さ 0 ~ 100km の地震を表示している。2011 年 2 月 1 日以降の地震を濃く表示している。発震機構は CMT 解。

### 2 . 2 津波注意報の概要

表 2.1 津波注意報の発表状況

発表時刻		概要	発表予報区
3月9日	11時48分	津波注意報発表	青森県太平洋沿岸、岩手県、宮城県、福島県
	14時50分	津波注意報解除	全ての予報区

### 2 . 3 津波の観測と予想との比較

表 2.2 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(速報値)

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	若干の海面変動	7cm
北海道太平洋沿岸中部	若干の海面変動	23cm

北海道太平洋沿岸西部	若干の海面変動	16cm
青森県日本海沿岸	若干の海面変動	観測されず
青森県太平洋沿岸	津波注意報(0.5m)	21cm
岩手県	津波注意報(0.5m)	55cm
宮城県	津波注意報(0.5m)	48cm
福島県	津波注意報(0.5m)	21cm
茨城県	若干の海面変動	0.2m 1
千葉県九十九里・外房	若干の海面変動	8cm
伊豆諸島	若干の海面変動	0.2m 1
小笠原諸島		6cm

黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。

表中の観測値は速報値であり、後日変更される場合がある。

1 巨大津波観測計で観測されたため、観測単位は0.1m

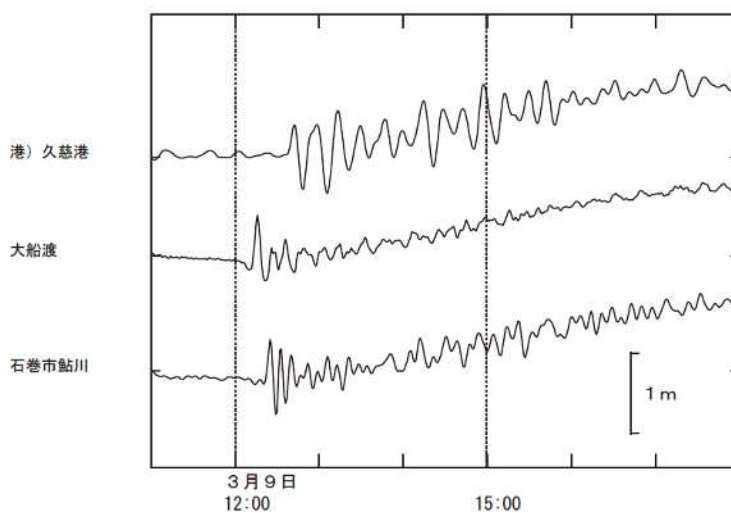


図 2.2 検潮所で観測した津波(主な地点のみ)

## 2.4 津波予測の評価

概ね妥当な予測であった。

### 3 . 平成 23 年 3 月 10 日 三陸沖の地震で発表した津波注意報

#### 3 . 1 地震の概要

平成 23 年(2011 年) 3 月 10 日 06 時 23 分、三陸沖の深さ 9 km で M6.8 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。

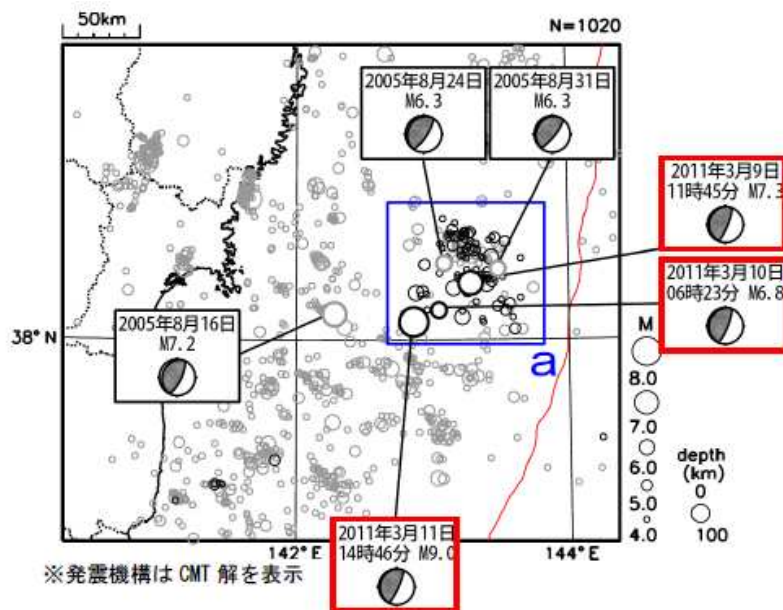


図 3.1 震央分布図 (図 2.1 の再掲)

1997 年 10 月 1 日 ~ 2011 年 3 月 11 日の期間に発生した、M 4.0、深さ 0 ~ 100km の地震を表示している。2011 年 2 月 1 日以降の地震を濃く表示している。発震機構は CMT 解。

#### 3 . 2 津波注意報の概要

表 3.1 津波注意報の発表状況

発表時刻		概要	発表予報区
3 月 10 日	06 時 28 分	津波注意報発表	福島県
	07 時 30 分	津波注意報解除	全ての予報区

#### 3 . 3 津波の観測と予想との比較

表 3.2 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(速報値)

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
-------	-----------	-------------------

北海道太平洋沿岸中部	若干の海面変動	観測されず
青森県太平洋沿岸	若干の海面変動	観測されず
岩手県	若干の海面変動	観測されず
宮城県	若干の海面変動	11cm
福島県	津波注意報(0.5m)	観測されず

黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。

表中の観測値は速報値であり、後日変更される場合がある。

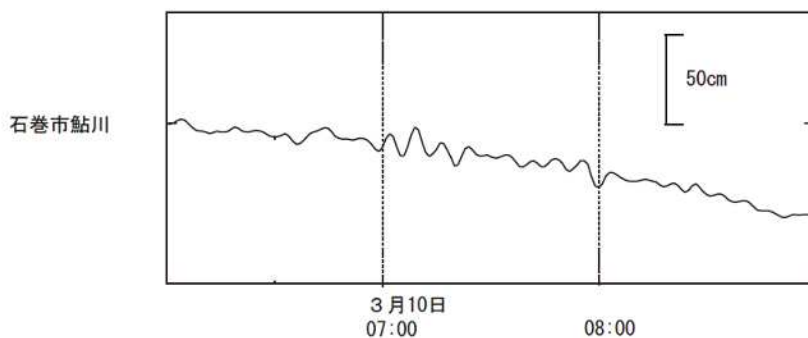


図 3.2 検潮所で観測した津波(主な地点のみ)

### 3.4 津波予測の評価

観測された津波の高さは、予測を下回った。

これは、地震発生直後に決定したマグニチュード(Mjma)は、後日解析したマグニチュード(Mw)よりも0.2大きく、そのため津波の予測も若干大きかったことが原因であると考えられる。

## 4. 平成23年3月11日 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震で発表した津波警報・注意報について

### 4.1 地震の概要

平成23年(2011年)3月11日14時46分、三陸沖の深さ24kmでM9.0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。

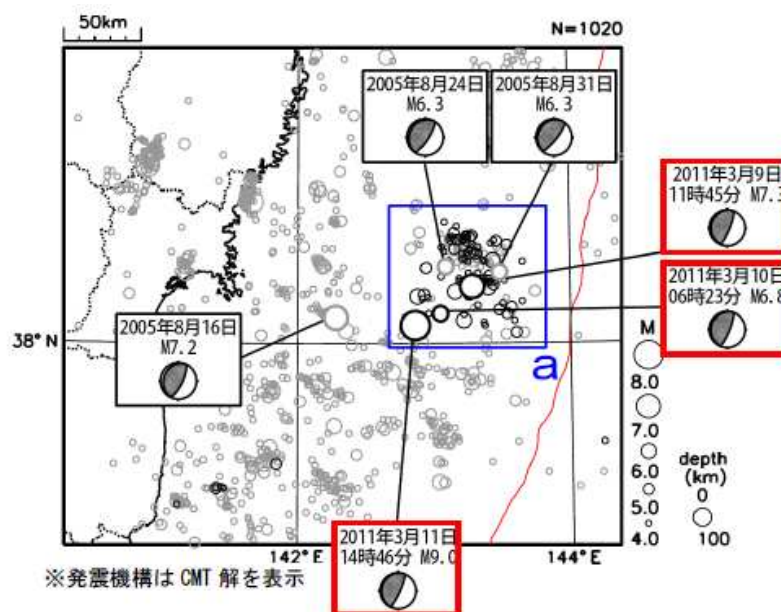


図4.1 震央分布図(図2.1の再掲)

1997年10月1日~2011年3月11日の期間に発生した、M 4.0、深さ0~100kmの地震を表示している。2011年2月1日以降の地震を濃く表示している。発震機構はCMT解。

### 4.2 津波警報・注意報の概要

表4.1 津波警報・注意報の発表状況

発表時刻	概要	発表予報区
3月11日 14時49分	津波警報・注意報発表	岩手県、宮城県、福島県 北海道太平洋沿岸中部、青森県太平洋沿岸、茨城県、千葉県九十九里・外房、伊豆諸島 北海道日本海沿岸南部、青森県日本海沿岸、千葉県内房、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、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島
15時14分	津波警報・注意報	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

		報発表	<p>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、千葉県内房、伊豆諸島、小笠原諸島</p> <p>北海道日本海沿岸南部、陸奥湾、東京湾内湾、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、淡路島南部、和歌山県、徳島県、高知県、愛媛県宇和海沿岸、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、鹿児島県西部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方</p>
15時30分		津波警報・注意報発表	<p>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、伊豆諸島</p> <p>北海道日本海沿岸南部、青森県日本海沿岸、陸奥湾、千葉県内房、東京湾内湾、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、淡路島南部、和歌山県、愛媛県宇和海沿岸、徳島県、高知県、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、奄美諸島・トカラ列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方</p> <p>オホーツク海沿岸、大阪府、兵庫県瀬戸内海沿岸、岡山県、香川県、愛媛県瀬戸内海沿岸、有明・八代海、長崎県西方、熊本県天草灘沿岸、大分県瀬戸内海沿岸、鹿児島県西部</p>
16時08分		津波警報・注意報発表	<p>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、青森県太平洋沿岸、青森県日本海沿岸、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、伊豆諸島、小笠原諸島、相模湾・三浦半島、静岡県、和歌山県、徳島県</p> <p>北海道日本海沿岸南部、陸奥湾、東京湾内湾、愛知県外海、伊勢・三河湾、三重県南部、淡路島南部、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、鹿児島県西部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方</p> <p>オホーツク海沿岸、秋田県、山形県、新潟県上中下越、佐渡、富山県、石川県能登、大阪府、兵庫県瀬戸内海沿岸、岡山県、広島県、香川県、愛媛県瀬戸内海沿岸、山口県瀬戸内海沿岸、有明・八代海、長崎県西方、熊本県天草灘沿岸</p>
18時47分		津波警報・注意報	<p>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</p>



		<p>報発表</p>	<p>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、和歌山県、徳島県</p> <p>北海道日本海沿岸南部、陸奥湾、東京湾内湾、愛知県外海、伊勢・三河湾、三重県南部、淡路島南部、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、鹿児島県西部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方</p> <p>オホーツク海沿岸、秋田県、山形県、新潟県上中下越、佐渡、富山県、石川県能登、大阪府、兵庫県瀬戸内海沿岸、岡山県、広島県、香川県、愛媛県瀬戸内海沿岸、山口県瀬戸内海沿岸、福岡県瀬戸内海沿岸、有明・八代海、長崎県西方、熊本県天草灘沿岸</p>
<p>21時35分</p>		<p>津波警報・注意報発表</p>	<p>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、伊豆諸島、小笠原諸島、相模湾・三浦半島、静岡県、和歌山県、徳島県</p> <p>北海道日本海沿岸南部、陸奥湾、東京湾内湾、愛知県外海、伊勢・三河湾、三重県南部、淡路島南部、愛媛県宇和海沿岸、高知県、有明・八代海、長崎県西方、熊本県天草灘沿岸、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、鹿児島県西部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方</p> <p>北海道日本海沿岸北部、オホーツク海沿岸、秋田県、山形県、新潟県上中下越、佐渡、富山県、石川県能登、大阪府、兵庫県瀬戸内海沿岸、岡山県、広島県、香川県、愛媛県瀬戸内海沿岸、山口県瀬戸内海沿岸、福岡県瀬戸内海沿岸、福岡県日本海沿岸、佐賀県北部、壱岐・対馬</p>
<p>22時53分</p>		<p>津波警報・注意報発表</p>	<p>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、伊豆諸島、小笠原諸島、相模湾・三浦半島、静岡県、和歌山県、徳島県、高知県</p> <p>北海道日本海沿岸南部、陸奥湾、東京湾内湾、愛知県外海、伊勢・三河湾、三重県南部、淡路島南部、愛媛県宇和海沿岸、有明・八代海、長崎県西方、熊本県天草灘沿岸、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、鹿児島県西部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方</p> <p>北海道日本海沿岸北部、オホーツク海沿岸、秋田県、山形県、新潟県上中下</p>

			越、佐渡、富山県、石川県能登、大阪府、兵庫県瀬戸内海沿岸、岡山県、広島県、香川県、愛媛県瀬戸内海沿岸、山口県瀬戸内海沿岸、福岡県瀬戸内海沿岸、福岡県日本海沿岸、佐賀県北部、壱岐・対馬
3月12日	03時20分	津波警報・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、伊豆諸島、千葉県内房、小笠原諸島、相模湾・三浦半島、静岡県、和歌山県、徳島県、高知県 北海道日本海沿岸南部、陸奥湾、東京湾内湾、愛知県外海、伊勢・三河湾、三重県南部、淡路島南部、愛媛県宇和海沿岸、有明・八代海、長崎県西方、熊本県天草灘沿岸、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、鹿児島県西部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島、沖縄本島地方、大東島地方、宮古島・八重山地方 北海道日本海沿岸北部、オホーツク海沿岸、秋田県、山形県、新潟県上中下越、佐渡、富山県、石川県能登、石川県加賀、福井県、京都府、大阪府、兵庫県北部、兵庫県瀬戸内海沿岸、鳥取県、島根県出雲・石見、隠岐、岡山県、広島県、香川県、愛媛県瀬戸内海沿岸、山口県瀬戸内海沿岸、山口県日本海沿岸、福岡県瀬戸内海沿岸、福岡県日本海沿岸、佐賀県北部、壱岐・対馬
	13時50分	津波警報・注意報発表 (大津波から津波へ切り替え、津波から津波注意報へ切り替え、津波注意報を一部解除)	青森県太平洋沿岸、岩手県、宮城県、福島県 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、茨城県、三重県南部、和歌山県、高知県、宮崎県、鹿児島県東部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島 北海道日本海沿岸北部、北海道日本海沿岸南部、オホーツク海沿岸、青森県日本海沿岸、陸奥湾、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、大阪府、兵庫県瀬戸内海沿岸、淡路島南部、徳島県、愛媛県宇和海沿岸、長崎県西方、熊本県天草灘沿岸、大分県瀬戸内海沿岸、大分県豊後水道沿岸、鹿児島県西部、沖縄本島地方、宮古島・八重山地方
	20時20分	津波警報・津波	青森県太平洋沿岸、岩手県、宮城県、福島県 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、茨

		注意報発表（大津波から津波へ切り替え、津波から津波注意報へ切り替え、津波注意報を一部解除）	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、静岡県、愛知県外海、三重県南部、和歌山県、徳島県、愛媛県宇和海沿岸、高知県、宮崎県、鹿児島県東部、鹿児島県西部、種子島・屋久島地方、奄美諸島・トカラ列島
3月13日	07時30分	津波注意報発表（津波から津波注意報へ切り替え、津波注意報を一部解除）	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、伊豆諸島、小笠原諸島、三重県南部、和歌山県、高知県、宮崎県
	17時58分	津波注意報解除	全ての予報区

### 4.3 津波の観測と予想との比較

表 4.2 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（速報値）

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	大津波(6m)	286cm
北海道太平洋沿岸中部	大津波(8m)	3.5m 1
北海道太平洋沿岸西部	大津波(6m)	246cm 以上

北海道日本海沿岸北部	津波注意(0.5m)	38cm
北海道日本海沿岸南部	津波(1m)	32cm
オホーツク海沿岸	津波注意(0.5m)	43cm
青森県日本海沿岸	大津波(3m)	46cm以上
青森県太平洋沿岸	大津波(10m以上)	4.2m以上 1
陸奥湾	津波(1m)	30cm以上
岩手県	大津波(10m以上)	8.5m以上
宮城県	大津波(10m以上)	8.6m以上 1
秋田県	津波注意(0.5m)	観測されず(潮位データ欠測)
山形県	津波注意(0.5m)	0.4m 1
福島県	大津波(10m以上)	9.3m以上
茨城県	大津波(10m以上)	4.0m 1
千葉県九十九里・外房	大津波(10m以上)	2.5m 1
千葉県内房	大津波(4m)	172cm
東京湾内湾	津波(2m)	155cm
伊豆諸島	大津波(6m)	1.4m 1
小笠原諸島	大津波(4m)	182cm
相模湾・三浦半島	大津波(3m)	94cm
新潟県上中下越	津波注意(0.5m)	18cm
佐渡	津波注意(0.5m)	観測されず
富山県	津波注意(0.5m)	9cm
石川県能登	津波注意(0.5m)	19cm

石川県加賀	津波注意(0.5m)	19cm
福井県	津波注意(0.5m)	観測されず
静岡県	大津波(3m)	144cm
愛知県外海	津波(2m)	155cm
伊勢・三河湾	津波(1m)	105cm
三重県南部	津波(2m)	182cm
京都府	津波注意(0.5m)	25cm
大阪府	津波注意(0.5m)	62cm
兵庫県北部	津波注意(0.5m)	7cm
兵庫県瀬戸内海沿岸	津波注意(0.5m)	27cm
淡路島南部	津波(1m)	21cm
和歌山県	大津波(3m)	151cm
鳥取県	津波注意(0.5m)	26cm
島根県出雲・石見	津波注意(0.5m)	14cm
隠岐	津波注意(0.5m)	10cm
岡山県	津波注意(0.5m)	10cm
広島県	津波注意(0.5m)	29cm
徳島県	大津波(3m)	115cm
香川県	津波注意(0.5m)	17cm
愛媛県宇和海沿岸	津波(1m)	69cm
愛媛県瀬戸内海沿岸	津波注意(0.5m)	20cm
高知県	大津波(3m)	278cm

山口県日本海沿岸	津波注意(0.5m)	11cm
山口県瀬戸内海沿岸	津波注意(0.5m)	32cm
福岡県瀬戸内海沿岸	津波注意(0.5m)	34cm
福岡県日本海沿岸	津波注意(0.5m)	32cm
有明・八代海	津波(1m)	70cm
佐賀県北部	津波注意(0.5m)	20cm
長崎県西方	津波(1m)	84cm
壱岐・対馬	津波注意(0.5m)	12cm
熊本県天草灘沿岸	津波(1m)	31cm
大分県瀬戸内海沿岸	津波(1m)	55cm
大分県豊後水道沿岸	津波(1m)	43cm
宮崎県	津波(2m)	164cm
鹿児島県東部	津波(2m)	106cm
種子島・屋久島地方	津波(2m)	152cm
奄美諸島・トカラ列島	津波(2m)	121cm
鹿児島県西部	津波(1m)	91cm
沖縄本島地方	津波(1m)	60cm
大東島地方	津波(1m)	19cm
宮古島・八重山地方	津波(1m)	65cm

赤は「大津波」、橙は「津波」、黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。  
表中の観測値は速報値であり、後日変更される場合がある。

1 巨大津波観測計で観測されたため、観測単位は0.1m

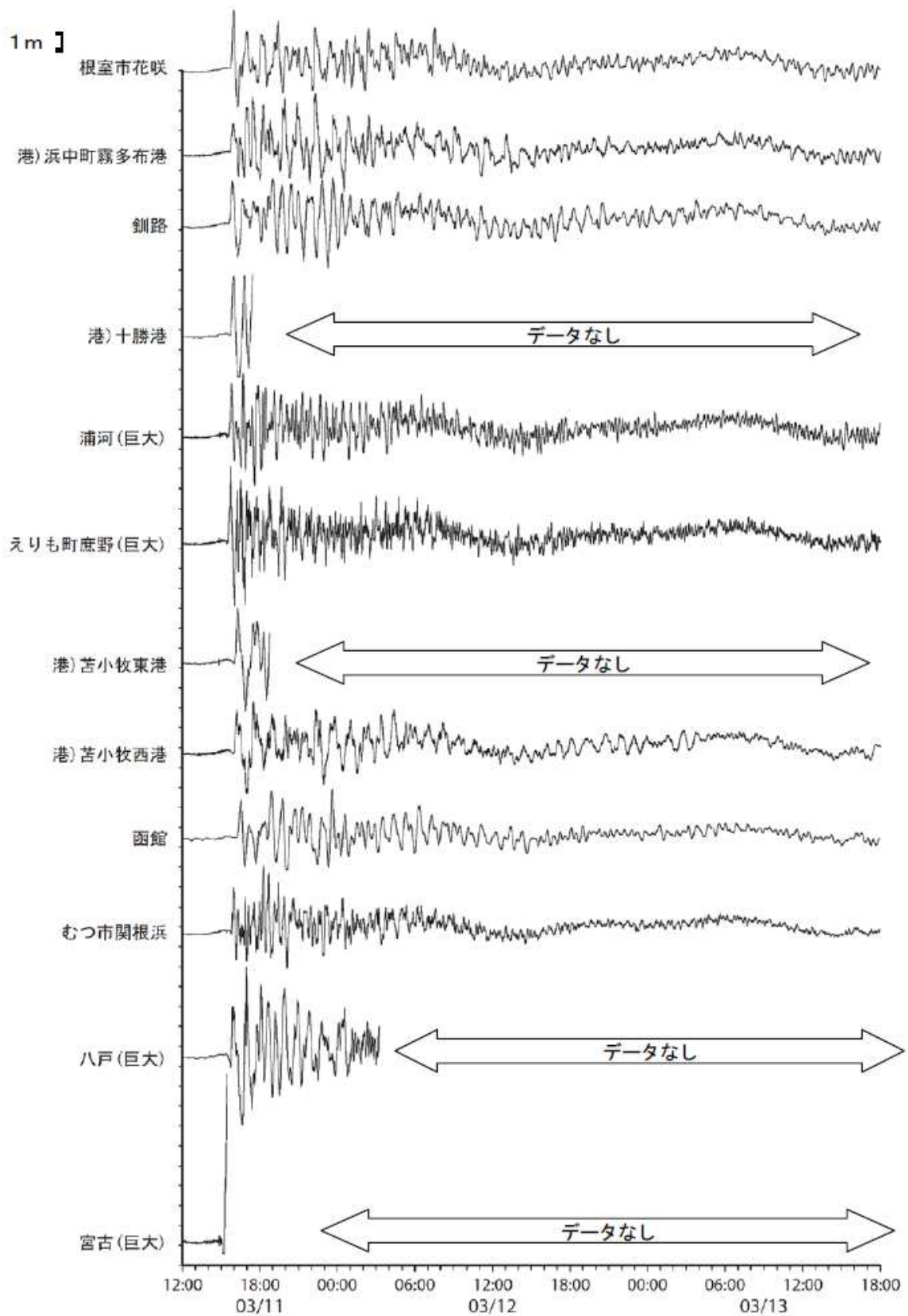


図 4.2 検潮所で観測した津波(主な地点のみ) (1/2)

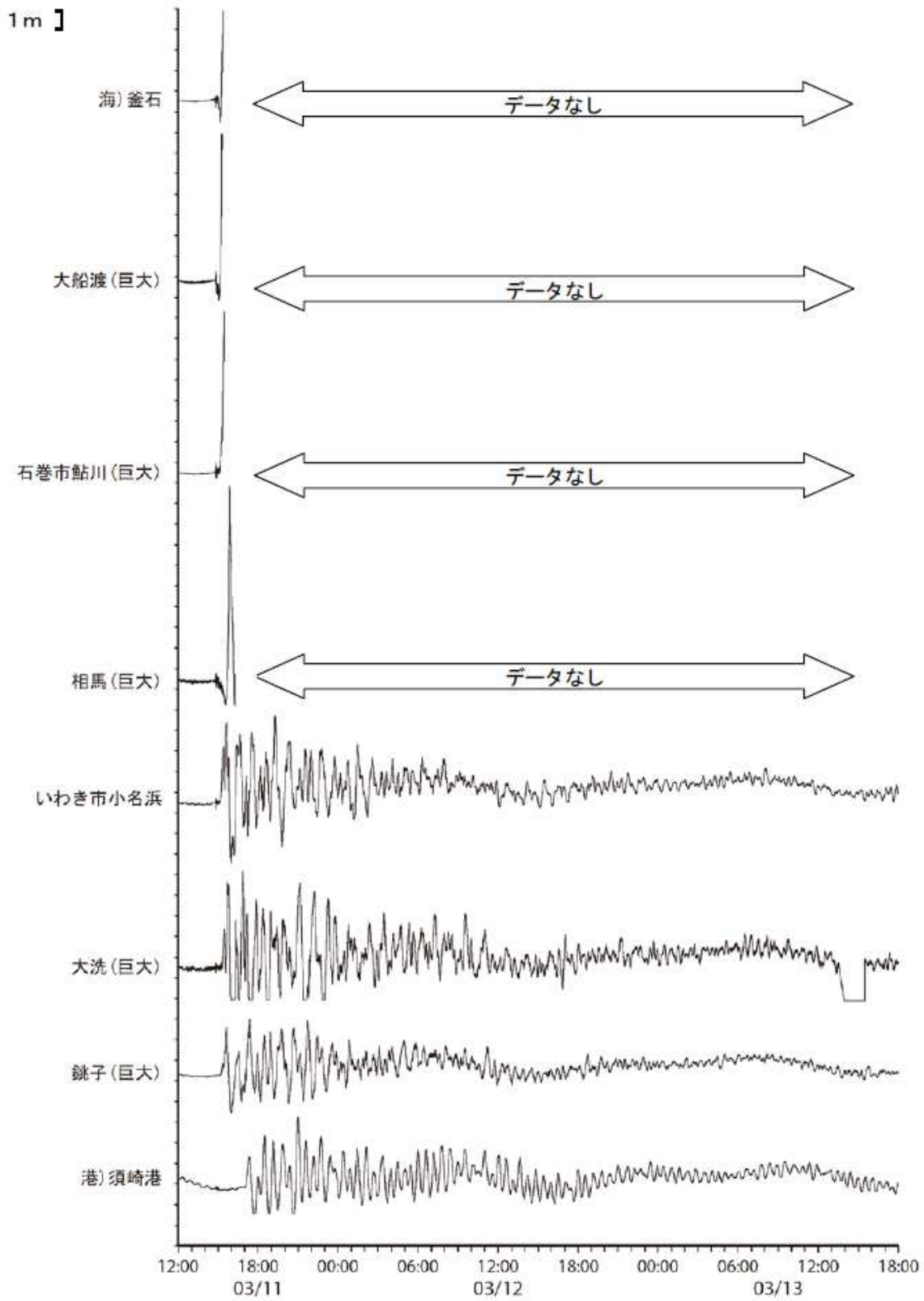


図 4.3 検潮所で観測した津波(主な地点のみ) (2/2)



#### 4.4 津波予測の評価

この地震は、気象庁が地震の観測を始めて以来日本周辺で起こった地震としては過去最大規模の地震であった。気象庁は最初の津波警報・注意報を地震発生後3分程度で発表したが、その時間内で求まった地震規模(マグニチュード)は7.9であった(地震規模の見積もりを過小評価することとなった)。そのため、津波の高さ予測も実際観測された津波より大きく下回るものとなってしまった。以降、津波の観測状況により津波警報・注意報を順次更新したが、津波による大きな被害を受けた地域へは停電などの影響により、伝わらなかったことも指摘されている。気象庁では被害の甚大さに鑑み、津波警報等の発表経過を検証し、津波警報等の改善を進めている。

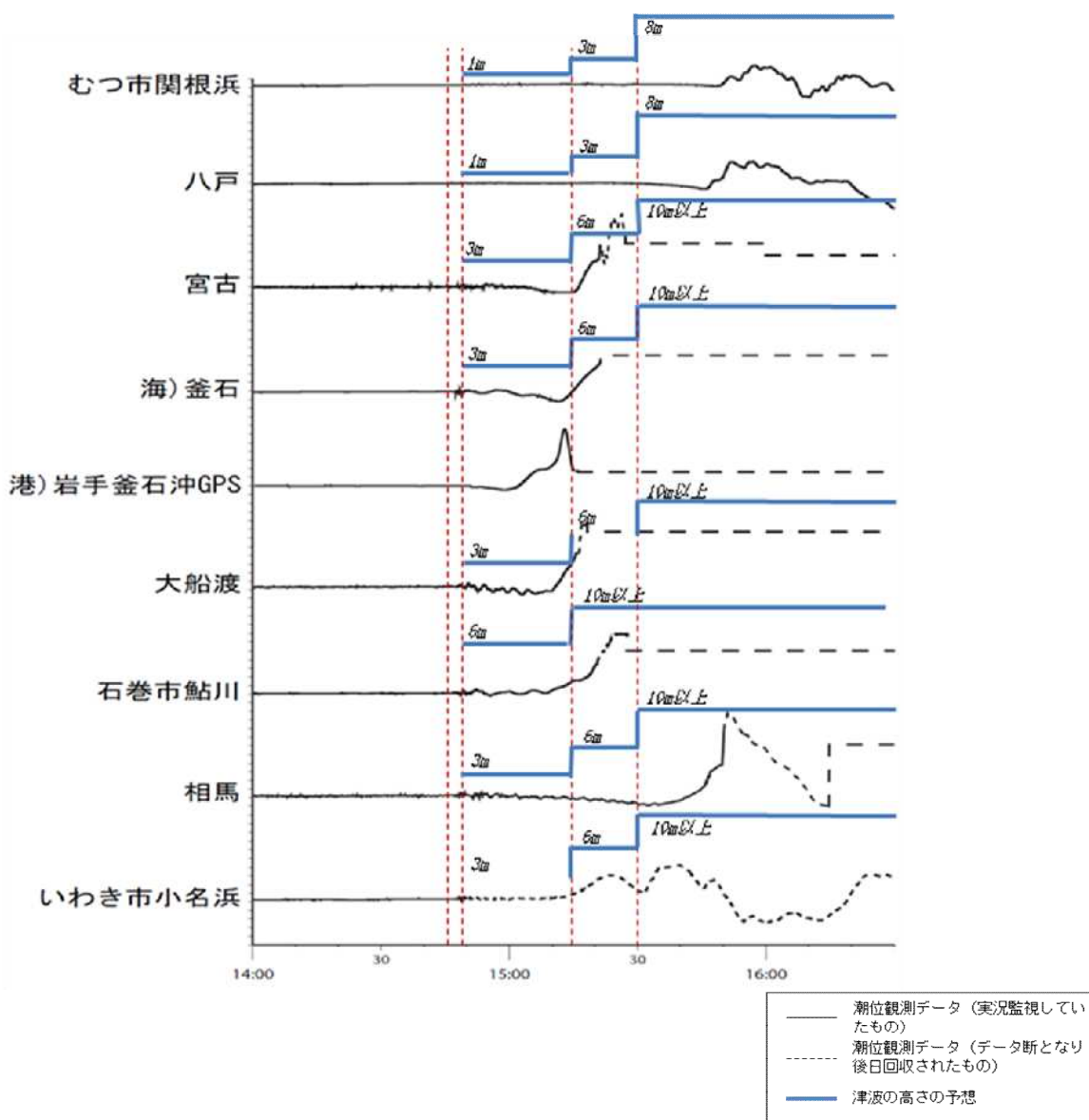


図 4.4 津波警報の切り上げ(岩手釜石沖GPS波浪計と検潮所の波形及び、津波の高さの予想)

## 5 . 平成 23 年 3 月 28 日の宮城県沖の地震で発表した津波注意報について

### 5 . 1 地震の概要

平成 23 年(2011 年) 3 月 28 日 07 時 23 分、宮城県沖の深さ 32km で M6.5 の地震が発生した。発震機構（気象庁 C M T 解）は南北方向に張力軸を持つ正断層型であった。

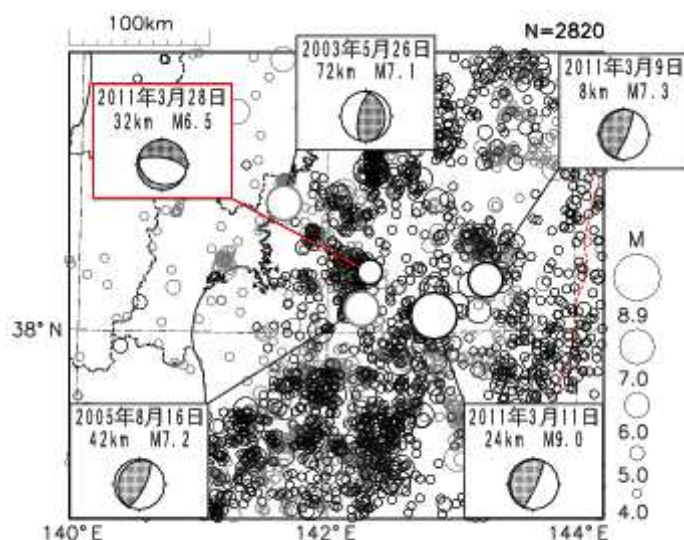


図 5.1 震央分布図

1997 年 10 月 1 日 ~ 2011 年 3 月 31 日の期間に発生した、M 4.0、深さ 0 ~ 150km の地震を表示している。2011 年 3 月 1 日以降の地震を濃く表示している。発震機構は CMT 解。

### 5 . 2 津波注意報の概要

表 5.1 津波注意報の発表状況

発表時刻		概要	発表予報区
3 月 28 日	07 時 27 分	津波注意報発表	宮城県
	09 時 05 分	津波注意報解除	全ての予報区

### 5 . 3 津波の観測と予想との比較

表 5.2 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（速報値）

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
青森県太平洋沿岸	若干の海面変動	観測されず
岩手県	若干の海面変動	観測されず

宮城県	津波注意報 (0.5m)	観測されず
福島県	若干の海面変動	観測されず
茨城県	若干の海面変動	観測されず

黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。

#### 5.4 津波予測の評価

津波を予測したが、津波は観測されなかった。

これは、地震発生後に決定したマグニチュード (Mjma) が後日解析したマグニチュード (Mw) よりも0.3大きく、また、震源の深さが後日解析の震源の深さよりも浅かったためと考えられる。

## 6 . 平成 23 年 4 月 7 日の宮城県沖の地震で発表した津波注意報について

### 6 . 1 地震の概要

平成 23 年(2011 年) 4 月 7 日 23 時 32 分、宮城県沖の深さ 66km で M7.2 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。

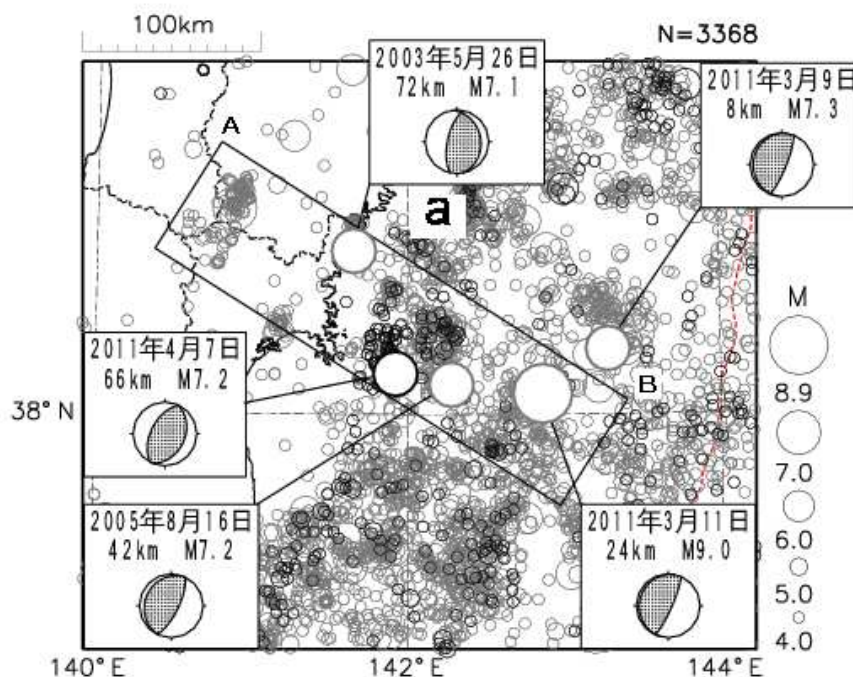


図 6.1 震央分布図

1997 年 10 月 1 日～2011 年 4 月 30 日の期間に発生した、M 4.0、深さ 0～150km の地震を表示している。2011 年 4 月 1 日以降の地震を濃く表示している。発震機構は CMT 解。

### 6 . 2 津波警報・注意報の概要

表 6.1 津波警報・注意報の発表状況

発表時刻		概要	発表予報区
4 月 7 日	23 時 34 分	津波警報・注意報発表	宮城県 青森県太平洋沿岸、岩手県、福島県、茨城県
4 月 8 日	00 時 55 分	津波警報・注意報解除	全ての予報区

発表予報区で、橙は「津波」、黒は「津波注意報」のグレードであることを示す。

### 6.3 津波の観測と予想との比較

表6.2 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（速報値）

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	若干の海面変動	観測されず
北海道太平洋沿岸中部	若干の海面変動	観測されず
北海道太平洋沿岸西部	若干の海面変動	観測されず
青森県日本海沿岸	若干の海面変動	観測されず
青森県太平洋沿岸	津波注意報（0.5m）	観測されず
岩手県	津波注意報（0.5m）	観測されず
宮城県	津波（1m）	観測されず
福島県	津波注意報（0.5m）	観測されず
茨城県	津波注意報（0.5m）	観測されず
千葉県九十九里・外房	若干の海面変動	観測されず
千葉県内房	若干の海面変動	観測されず
東京湾内湾	若干の海面変動	観測されず
伊豆諸島	若干の海面変動	観測されず
相模湾・三浦半島	若干の海面変動	観測されず
静岡県	若干の海面変動	観測されず
愛知県外海	若干の海面変動	観測されず
三重県南部	若干の海面変動	観測されず
徳島県	若干の海面変動	観測されず

橙は「津波」、黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。

この地震において、検潮所では津波は観測されなかった。

#### 6.4 津波予測の評価

津波を予測したが、津波は観測されなかった。これは、地震発生後に決定したマグニチュード ( $M_{jma}$ ) が後日解析したマグニチュード ( $M_w$ ) よりも0.3大きかったことが原因と考えられる。

## 7. 平成23年4月11日の福島県浜通りの地震で発表した津波警報・注意報について

### 7.1 地震の概要

平成23年(2011年)4月11日17時16分、福島県浜通りの深さ6kmでM7.0の地震が発生した。発震機構(気象庁CMT解)は東北東-西南西方向に張力軸を持つ正断層型であった。

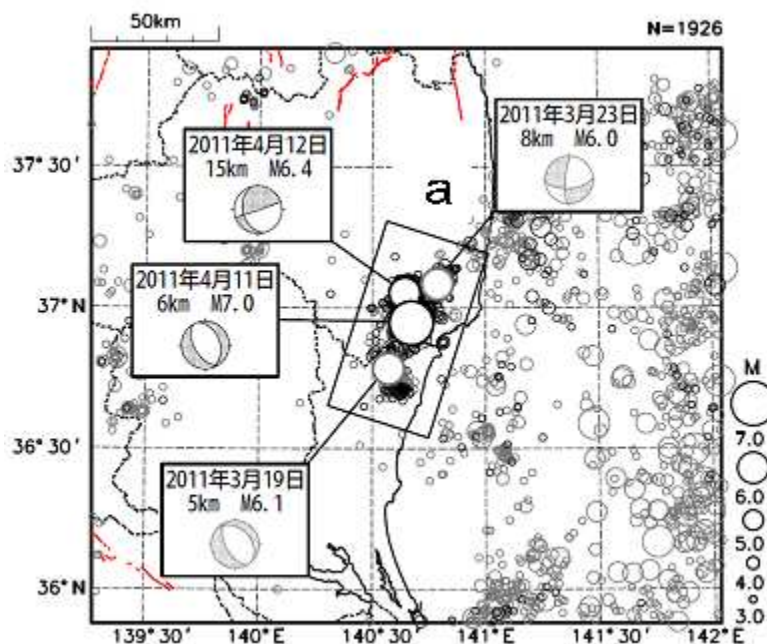


図7.1 震央分布図

1997年10月1日～2011年4月30日の期間に発生した、M 3.0、深さ0～30kmの地震を表示している。2011年4月1日以降の地震を濃く表示している。発震機構はCMT解。赤線は地震調査研究推進本部により評価された活断層を示す。(「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震活動の影響により、一部震源は未処理である)

### 7.2 津波警報・注意報の概要

表7.1 津波警報・注意報の発表状況

発表時刻		概要	発表予報区
4月11日	17時18分	津波警報・注意報発表	茨城県 宮城県、福島県、千葉県九十九里・外房
	18時05分	津波注意報解除	全ての予報区

発表予報区で、橙は「津波」、黒は「津波注意報」のグレードであることを示す。

### 7.3 津波の観測と予想との比較

表7.2 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（速報値）

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	若干の海面変動	観測されず
北海道太平洋沿岸中部	若干の海面変動	観測されず
北海道太平洋沿岸西部	若干の海面変動	観測されず
青森県太平洋沿岸	若干の海面変動	観測されず
岩手県	若干の海面変動	観測されず
宮城県	津波注意報（0.5m）	観測されず
福島県	津波注意報（0.5m）	観測されず
茨城県	津波（1m）	観測されず
千葉県九十九里・外房	津波注意報（0.5m）	観測されず
千葉県内房	若干の海面変動	観測されず
伊豆諸島	若干の海面変動	観測されず
相模湾・三浦半島	若干の海面変動	観測されず
静岡県	若干の海面変動	観測されず

#### 7.4 津波予測の評価

津波を予測したが、津波は観測されなかった。

これは、地震発生後に決定したマグニチュード(Mjma)が後日解析したマグニチュード(Mw)よりも0.4大きかったこと、また、震源域が主に陸域に位置していたことが原因と考えられる。



## 8 . 平成 23 年 6 月 23 日の岩手県沖の地震で発表した津波注意報について

### 8 . 1 地震の概要

平成 23 年(2011 年) 6 月 23 日 06 時 50 分、岩手県沖の深さ 36km で M6.9 の地震が発生した。発震機構(気象庁 C M T 解)は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

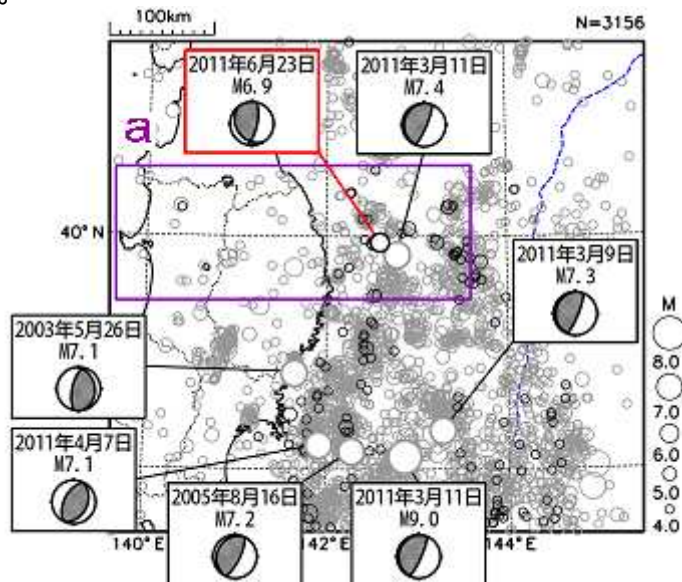


図 8.1 震央分布図

1997 年 10 月 1 日 ~ 2011 年 6 月 30 日の期間に発生した、M 4.0、深さ 0 ~ 200km の地震を表示している。2011 年 6 月 1 日以降の地震を濃く表示している。発震機構は CMT 解。(「平成 23 年(2011 年) 東北地方太平洋沖地震」の余震活動の影響により、一部震源は未処理である)

### 8 . 2 津波注意報の概要

表 8.1 津波注意報の発表状況

発表時刻		概要	発表予報区
6 月 23 日	06 時 53 分	津波注意報発表	岩手県
	07 時 45 分	津波注意報解除	全ての予報区

### 8 . 3 津波の観測と予想との比較

表 8.2 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(速報値)

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	若干の海面変動	観測されず

北海道太平洋沿岸中部	若干の海面変動	観測されず
青森県太平洋沿岸	若干の海面変動	観測されず
岩手県	津波注意報 (0.5m)	観測されず
宮城県	若干の海面変動	観測されず
福島県	若干の海面変動	観測されず

黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。

#### 8.4 津波予測の評価

津波を予測したが、津波は観測されなかった。

これは、地震発生後に決定した震源の深さが後日解析の震源の深さよりも浅かったためと考えられる。

## 9 . 平成 23 年 7 月 10 日の三陸沖の地震で発表した津波注意報について

### 9 . 1 地震の概要

平成 23 年(2011 年) 7 月 10 日 09 時 57 分、三陸沖の深さ 34km で M7.3 の地震が発生した。発震機構(気象庁 C M T 解)は西北西 - 東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった。

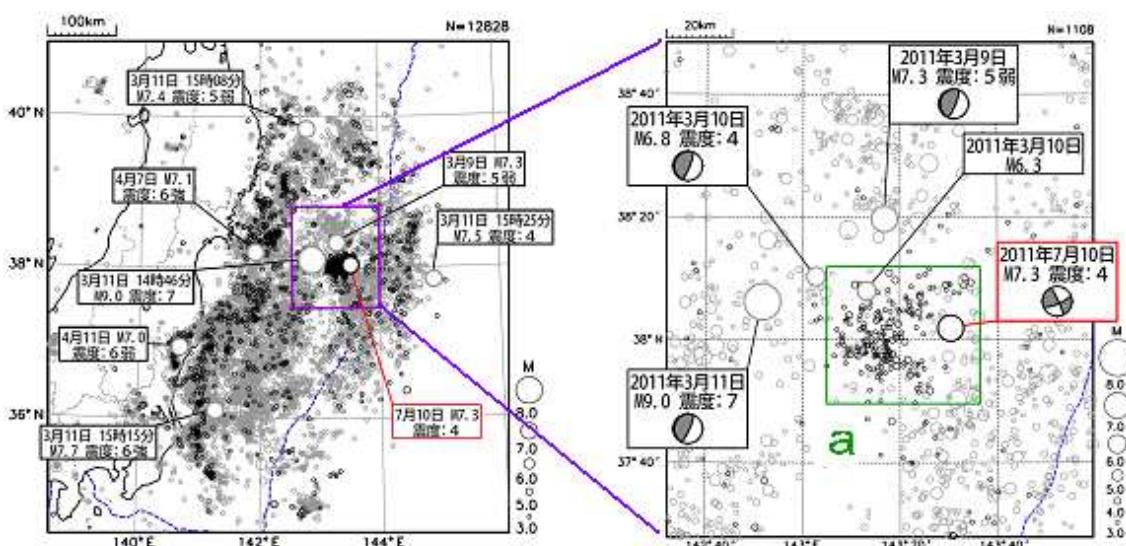


図 9.1 震央分布図

2011 年 3 月 1 日～2011 年 7 月 31 日の期間に発生した、M 3.0、深さ 0～90km の地震を表示している。2011 年 7 月 10 日以降の地震を濃く表示している。発震機構は CMT 解。(2011 年 3 月 11 日～5 月 30 日は未処理のデータがある。)

### 9 . 2 津波注意報の概要

表 9.1 津波注意報の発表状況

発表時刻		概要	発表予報区
7 月 10 日	10 時 00 分	津波注意報発表	岩手県、宮城県、福島県
	11 時 45 分	津波注意報解除	全ての予報区

### 9 . 3 津波の観測と予想との比較

表 9.2 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(速報値)

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	若干の海面変動	観測されず

北海道太平洋沿岸中部	若干の海面変動	0.1m 1
北海道太平洋沿岸西部	若干の海面変動	観測されず
青森県太平洋沿岸	若干の海面変動	観測されず
岩手県	津波注意報 (0.5m)	10cm
宮城県	津波注意報 (0.5m)	12cm
福島県	津波注意報 (0.5m)	9cm
茨城県	若干の海面変動	0.1m 1
千葉県九十九里・外房	若干の海面変動	観測されず
伊豆諸島	若干の海面変動	観測されず

黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。  
 表中の観測値は速報値であり、後日変更される場合がある。

1 巨大津波観測計で観測されたことを示す（観測単位は0.1m）

黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。

表中の観測値は速報値であり、後日変更される場合がある。

1 巨大津波観測計で観測されたため、観測単位は0.1m。

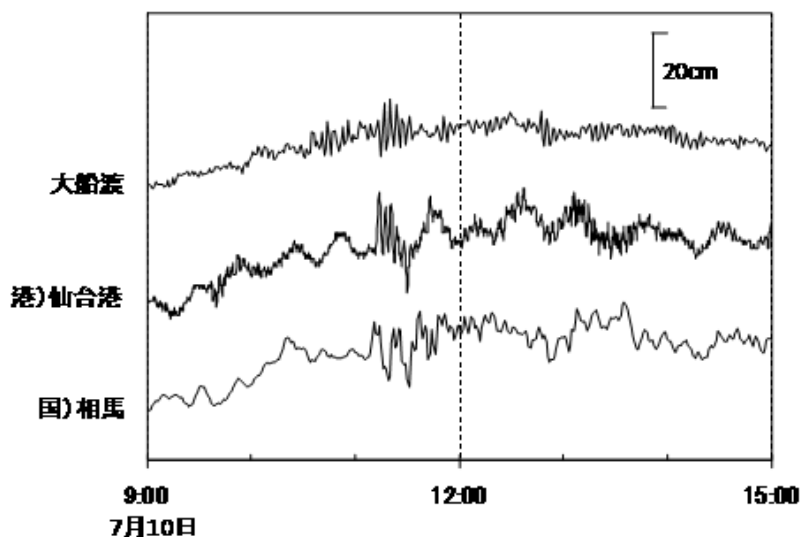


図 9.2 検潮所で観測した津波(主な地点のみ)

#### 9.4 津波予測の評価

実際に観測された高さは、予測を下回った。

これは、津波警報が縦ずれ断層を想定して発表している一方、この地震のメカニズムが横ずれ断層であったためと考えられる。

## 10 . 平成 23 年 8 月 19 日の福島県沖の地震で発表した津波注意報について

### 10 . 1 地震の概要

平成 23 年(2011 年) 8 月 19 日 14 時 36 分、宮城県沖の深さ 51km で M6.5 の地震が発生した。発震機構(気象庁 C M T 解)は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

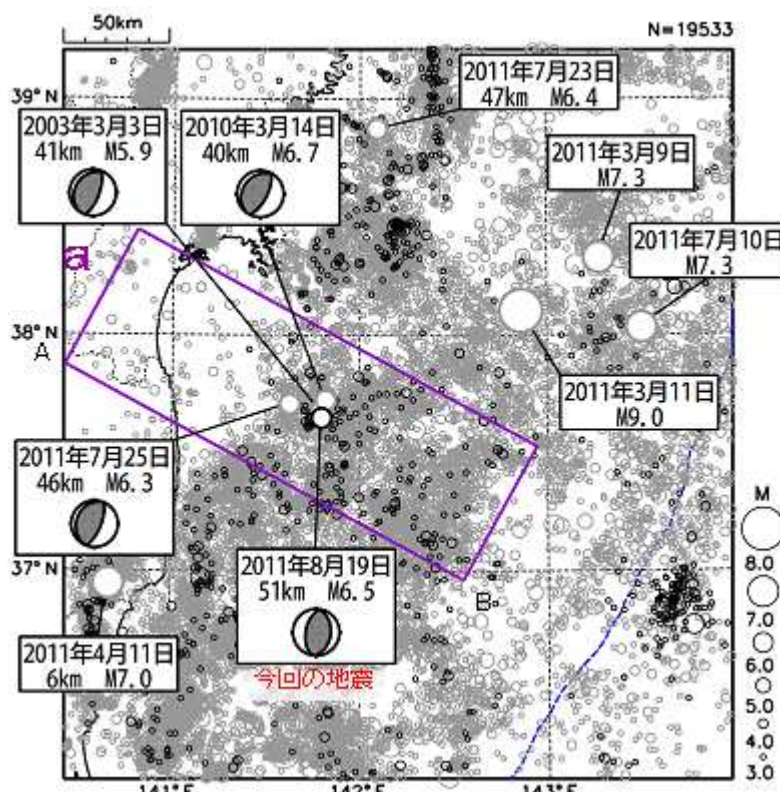


図 10.1 震央分布図

1997 年 10 月 1 日～2011 年 8 月 31 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。2011 年 8 月 1 日以降の地震を濃く表示している。発震機構は CMT 解。(2011 年 3 月 11 日～5 月 30 日は未処理のデータがある。)

### 10 . 2 津波注意報の概要

表 10.1 津波注意報の発表状況

発表時刻	概要	発表予報区
8 月 19 日 14 時 38 分	津波注意報発表	宮城県、福島県
15 時 15 分	津波注意報解除	全ての予報区

### 10.3 津波の観測と予想との比較

表 10.2 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（速報値）

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
北海道太平洋沿岸中部	若干の海面変動	観測されず
北海道太平洋沿岸西部	若干の海面変動	観測されず
青森県太平洋沿岸	若干の海面変動	観測されず
岩手県	若干の海面変動	観測されず
宮城県	津波注意報（0.5m）	観測されず
福島県	津波注意報（0.5m）	観測されず
茨城県	若干の海面変動	観測されず
千葉県九十九里・外房	若干の海面変動	観測されず

黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。

表中の観測値は速報値であり、後日変更される場合がある。

### 10.4 津波予測の評価

津波を予測したが、津波は観測されなかった。

これは、地震発生後に決定したマグニチュード（ $M_{jma}$ ）が後日解析したマグニチュード（ $M_w$ ）よりも0.5大きく、また、震源の深さが後日解析の震源の深さよりも浅かったためと考えられる。

## 1 1 . 平成 24 年 3 月 14 日の三陸沖の地震で発表した津波注意報について

### 1 1 . 1 地震の概要

平成 24 年(2012 年) 3 月 14 日 18 時 8 分、三陸沖の深さ 64km で M6.9( 暫定値 ) の地震が発生した。発震機構 ( 気象庁 C M T 解 ) は南北方向に張力軸を持つ正断層型であった。

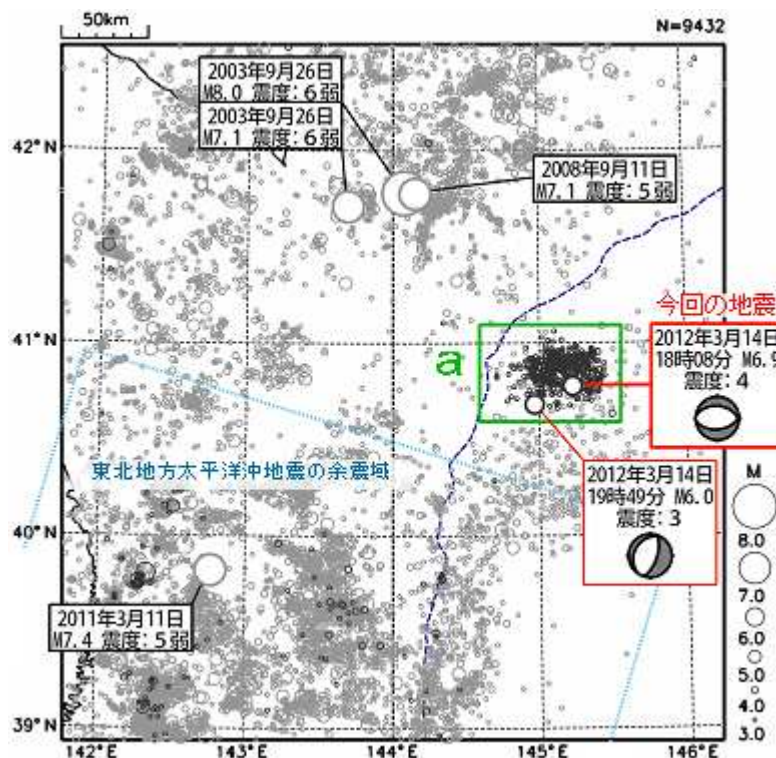


図 11.1 震央分布図

1997 年 10 月 1 日 ~ 2012 年 3 月 31 日の間に発生した、M 3.0、深さ 0 ~ 120km の地震を表示している。2012 年 3 月 1 日以降の地震を濃く表示している。発震機構は CMT 解。( 2011 年 3 月 13 日 ~ 5 月 30 日に未処理のデータがある。)

### 1 1 . 2 津波注意報の概要

表 11.1 津波注意報の発表状況

発表時刻		概要	発表予報区
3 月 14 日	18 時 12 分	津波注意報発表	青森県太平洋沿岸、岩手県
	18 時 35 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、青森県太平洋沿岸、岩手県
	19 時 40 分	津波注意報解除	全ての予報区

### 11.3 津波の観測と予想との比較

表 11.2 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（速報値）

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	津波注意報（0.5m）	9cm
北海道太平洋沿岸中部	津波注意報（0.5m）	0.2m 1
北海道太平洋沿岸西部	若干の海面変動	5cm
青森県太平洋沿岸	津波注意報（0.5m）	21cm
岩手県	津波注意報（0.5m）	5cm
宮城県	若干の海面変動	観測されず
福島県	若干の海面変動	観測されず
茨城県	若干の海面変動	観測されず
千葉県九十九里・外房	若干の海面変動	観測されず

黄は「津波注意報」のグレードであることを示す。

表中の観測値は速報値であり、後日変更される場合がある。

1 巨大津波観測計で観測されたことを示す（観測単位は0.1m）

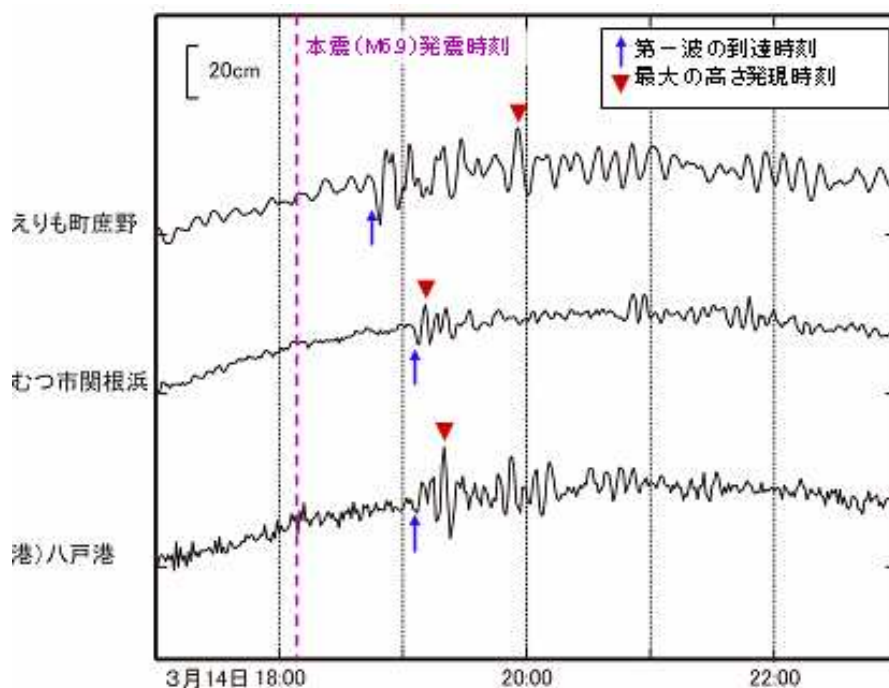


図 11.2 検潮所で観測した津波(主な地点のみ)



### 11.4 津波予測の評価

実際に観測された高さは、概ね予測の範囲内であり、注意報の発表は妥当であった。

今回の発表した津波注意報の範囲は、第一報では、地震観測に基づくものを行ったため、東北地方太平洋沿岸のみであった。その後、発震機構解析による断層の向き（走行）や、釧路沖に設置している海底津波計（独立法人海洋研究開発機構）での記録を考慮し、津波注意報の範囲を北海道太平洋沿岸東部及び中部へと拡大した。第一報での津波の高さの予測が、北海道沿岸より東北地方沿岸の方が大きかったのは、津波予測データベースで保存している津波シミュレーションの想定断層の走向が今回の断層の走向と異なっていたことが影響していると考えられる。

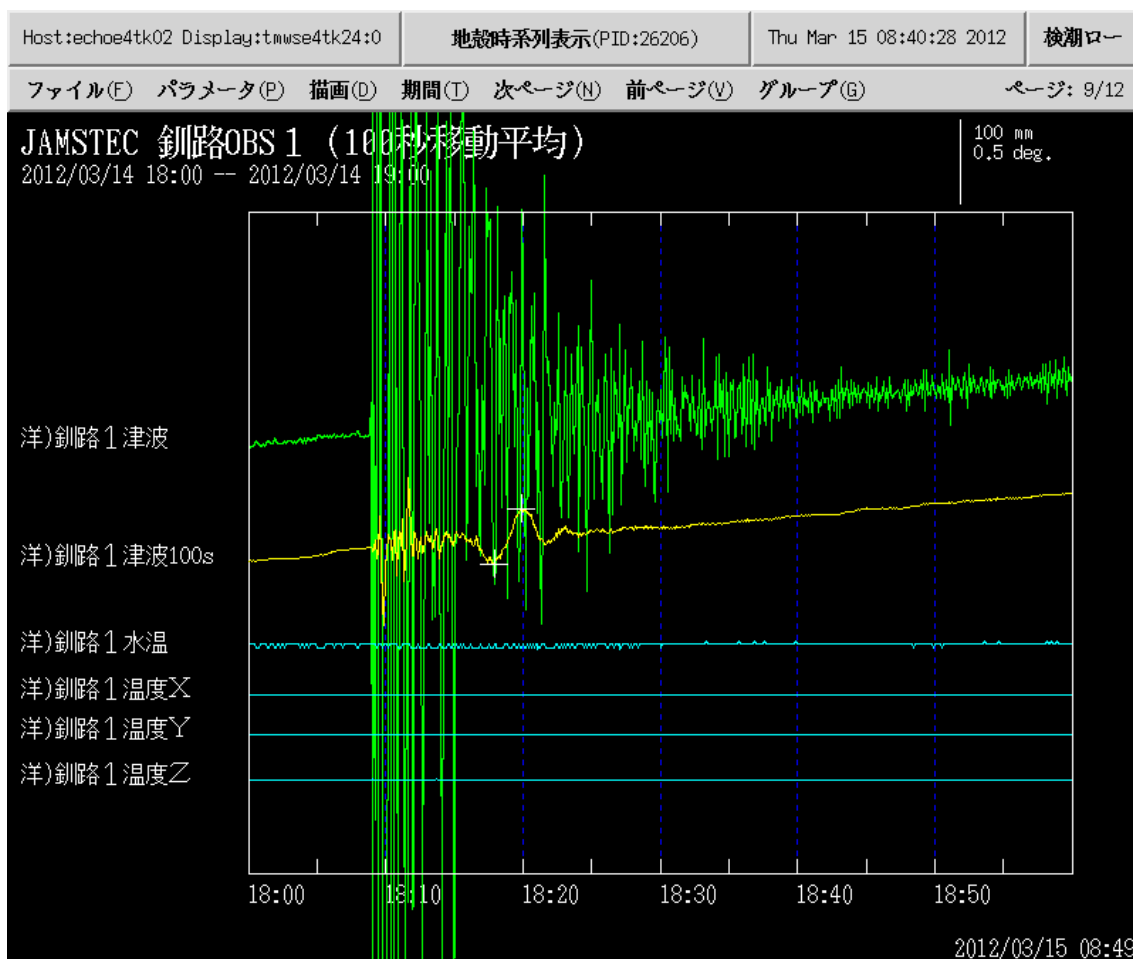


図 11.3 平成 24 年 3 月 14 日三陸沖の地震において、北海道太平洋沿岸の津波注意報の発表に用いたケーブル式海底水圧計、釧路 1（海洋研究開発機構）の波形  
（釧路 1 津波：オリジナル波形、釧路 1 津波 100s：100 秒移動平均した波形）

## 1.2 評価結果まとめ

表12.1に各章で検討した評価結果の一覧に示す。まとめると、発表した津波警報・注意報の内容（津波の予測）は観測結果と比較して、3月11日の東北地方太平洋沖地震の過小評価の1事例を除いて、概ね同程度、またはやや大きめとなっている。警報を発表したが津波が観測されなかったものが2例、注意報を発表したが津波が観測されなかったものが3例あった。

予測と観測が対応しなかったものについて要因を分類した。これを図示したものが、図12.2と図12.3である。

結果から、予測が観測を上回った原因として、第1報で決定したMや震源の深さが、後日解析したMや震源の深さと異なる場合が半数以上を占める。特に、津波注意報の下限に相当するM7前後のものが多く、第1報で決定するマグニチュードや震源の深さの初期の誤差が津波の予測に影響を与えているものと考えられる。警報・注意報は不確定性の範囲の中で安全サイドに立って発表しており（図12.1）、予測時点での不確定性を踏まえれば、東北地方太平洋沖地震を除き、概ね妥当な予測であったと考えられるが、第1報で用いたマグニチュードがモーメントマグニチュードに比べて0.4以上大きいものもあり、今後、第1報でのマグニチュードや震源の深さの精度をより向上させていく必要がある。

なお、本期間に発表した津波警報・注意報はすべて3月11日の東北地方太平洋沖地震の余震域またはその周辺で発生した地震によるものである。

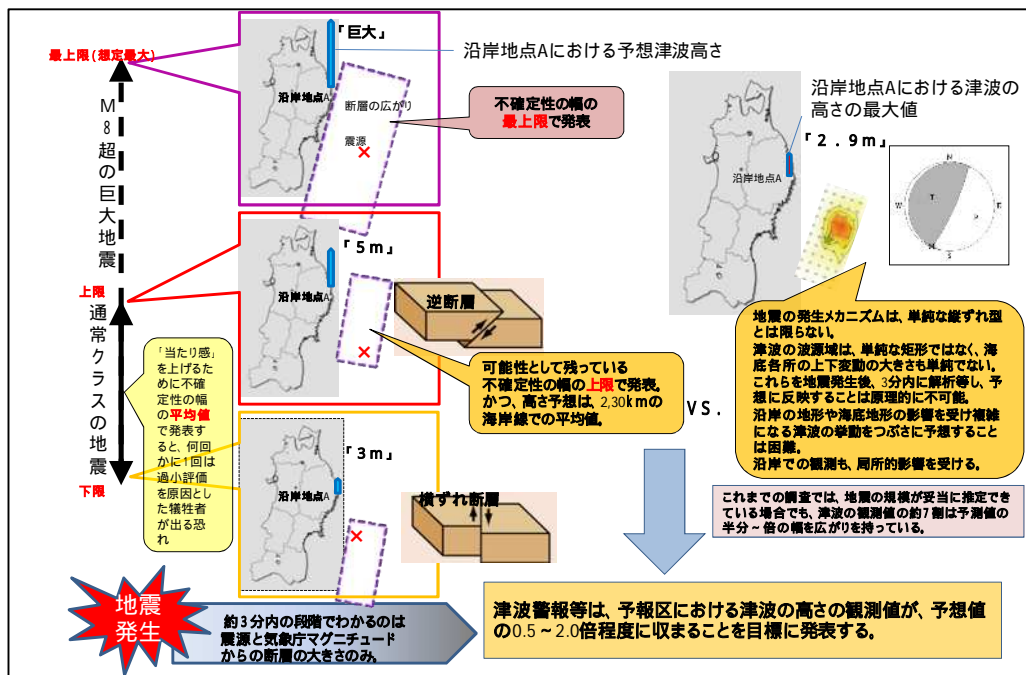


図12.1 「安全サイド」の考え方と津波の高さ予想

表 12.1 発表した津波警報・注意報の評価結果の一覧

発生日	震央地名	評価(案)	要因の分類 (複数要因ある場合はそれらを列挙)	
2011年	3月9日	三陸沖	概ね妥当な予測であった。	-
	3月10日	三陸沖	観測された津波は、予測を下回った。これは、地震発生直後に決定したマグニチュード(Mjma)は、後日解析したマグニチュード(Mw)よりも0.2大きく、そのため津波の予測も若干大きかったことが原因であると考えられる。	・Mjma(津波警報・注意報発表に使用) > Mw
	3月11日	「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」	この地震は、気象庁が地震の観測を始めて以来日本周辺で起こった地震としては過去最大規模の地震であった。気象庁は最初の津波警報・注意報を地震発生後3分程度で発表した。その時間内で求めた地震規模(マグニチュード)は7.9であった(地震規模の見積もりを過小評価することとなった)。そのため、津波の高さ予測も実際観測された津波より大きく下回るものとなってしまった。以降、津波の観測状況により津波警報・注意報を順次更新したが、津波による大きな被害を受けた地域へは停電などの影響により、伝わらなかったことも指摘されている。気象庁では被害の甚大さに鑑み、津波警報等の発表経過を検証し、津波警報等の改善を進めている。	・Mjma(津波警報・注意報発表に使用) < Mw
	3月28日	宮城県沖	津波を予測したが、津波は観測されなかった。これは、地震発生後に決定したマグニチュード(Mjma)が後日解析したマグニチュード(Mw)よりも0.3大きく、また、震源の深さが後日解析の震源の深さよりも浅かったためと考えられる。	・Mjma(津波警報・注意報発表に使用) > Mw ・震源(津波警報・注意報発表に使用) が浅い

	4月7日	宮城県沖	津波を予測したが、津波は観測されなかった。これは、地震発生後に決定したマグニチュード(Mjma)が後日解析したマグニチュード(Mw)よりも0.3大きかったことが原因と考えられる。	・Mjma(津波警報・注意報発表に使用) > Mw
	4月11日	福島県浜通り	津波を予測したが、津波は観測されなかった。これは、地震発生後に決定したマグニチュード(Mjma)が後日解析したマグニチュード(Mw)よりも0.4大きかったこと、また、震源域が主に陸域に位置していたことが原因と考えられる。	・Mjma(津波警報・注意報発表に使用) > Mw ・震源域が内陸にかかっていた
	6月23日	岩手県沖	津波を予測したが、津波は観測されなかった。これは、地震発生後に決定した震源の深さが後日解析の震源の深さよりも浅かったためと考えられる。	・震源(津波警報・注意報発表に使用) が浅い
	7月10日	三陸沖	実際に観測された高さは、予測を下回った。これは、津波警報が縦ずれ断層を想定して発表している一方、この地震のメカニズムが横ずれ断層であったためと考えられる。	・横ズレ
	8月19日	福島県沖	津波を予測したが、津波は観測されなかった。これは、地震発生後に決定したマグニチュード(Mjma)が後日解析したマグニチュード(Mw)よりも0.5大きく、また、震源の深さが後日解析の震源の深さよりも浅かったためと考えられる。	・Mjma(津波警報・注意報発表に使用) > Mw ・震源(津波警報・注意報発表に使用) が浅い
2012年	3月14日	三陸沖	実際に観測された高さは、概ね予測の範囲内であり、注意報の発表は妥当であった。今回の発表した津波注意報の範囲は、第一報では、地震観測に基づくもので行ったため、東北地方太平洋沿岸のみであった。その後、発震機構解析による断層の向き(走行)や、釧路沖に設置している海底津波計(独立法人海洋研究開発機構)での記録を考慮し、津波注意報の範囲を北海道太平洋沿岸東部及び中部へと拡大した。第一報での津波の高さの予測	-

		<p>が、北海道沿岸より東北地方沿岸の方が大きかったのは、津波予測データベースで保存している津波シミュレーションの想定断層の走向が今回の断層の走向と異なっていたことが影響していると考えられる。</p>
--	--	--

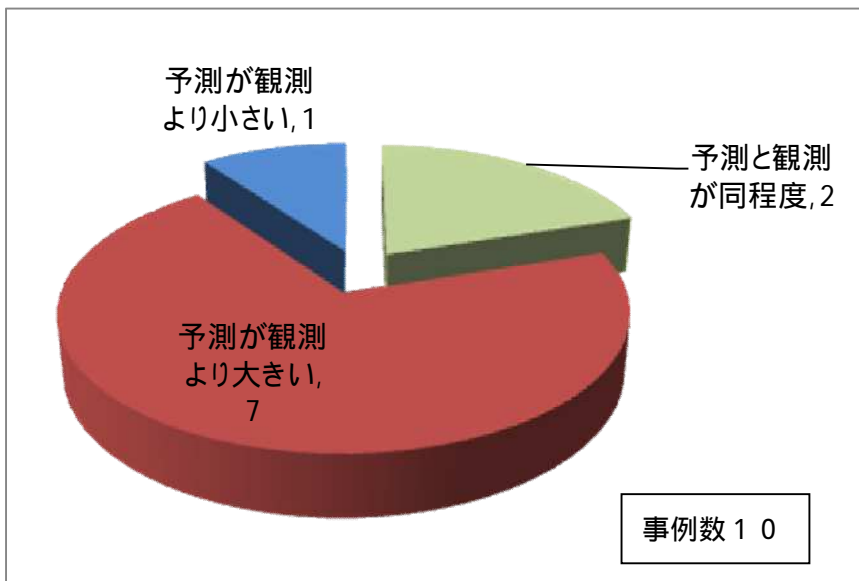


図 12.2 高さ予測と観測結果との関係

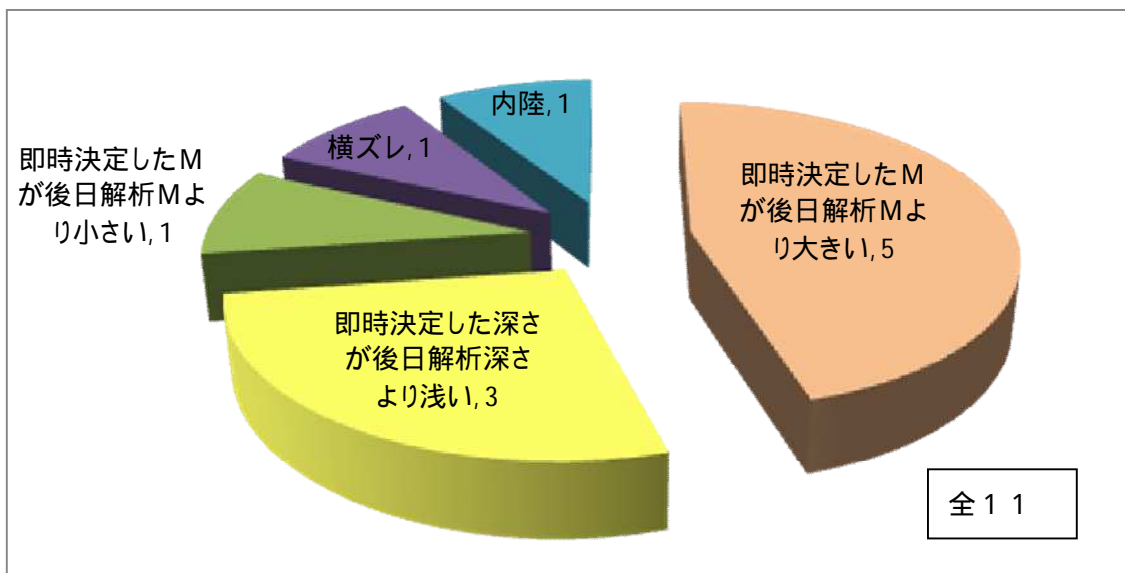


図 12.3 予測が観測より大きかった、または小さかった原因  
(1つの地震イベントにつき、複数の要因があるものも含めて表示)