

Chapter2 Tsunami

Abstract

Significant tsunami waves triggered by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake were observed most severely along the Pacific coast of Tohoku region but also the entire coast of Japan. Tsunami waves with heights of over 1 meter were recorded over a wide area along the Pacific coast from Hokkaido to Kagoshima Prefecture and the Ogasawara Islands (also known as the Bonin Islands).

Very high tsunami of over 9.3 meters was observed at Soma observation station in Fukushima Prefecture, and over 8.6 meters at Ayukawa station in Ishinomaki city of Miyagi Prefecture. These waves were measured by huge-tsunami meters which allow estimation of wave heights based on water pressure. The Japan Meteorological Agency (JMA) installed them based on the lessons learned from the 1993 Southwest off Hokkaido Earthquake, which generated so large tsunami waves that they could not be recorded with regular tidal gauges. Although some regular gauges were washed away by the March 11 tsunami, the huge-tsunami meters were able to deal with waves as high as around 10 meters, which was the first in Japan. JMA surveys on the height of tsunami near tide gauge stations also revealed waves with heights exceeding 10 meters (see Chapter 3). These waves caused extensive damage in Pacific coastal areas of eastern Japan.

第2章 津波

2.1 概要*

東北地方太平洋沖地震により、東北地方太平洋沿岸をはじめとして全国の沿岸で津波が観測された。各地の津波観測施設では、福島県相馬で9.3m以上*¹、宮城県石巻市鮎川で8.6m以上*¹など、東日本の太平洋沿岸を中心に非常に高い津波を観測したほか、北海道から鹿児島県にかけての太平洋沿岸や小笠原諸島で1m以上の津波を観測した。

気象庁では「平成5年（1993年）北海道南西沖地震」の際に、データが振り切れた地点があったことを教訓に、大きな津波でも観測可能なように巨大津波観測計*²を設置してきた。大きな被害が出た地点では観測施設の流失もあったが、この巨大津波観測計により、10m程度の津波を初めて観測する事が出来た。

また、津波観測施設及びその周辺地域において現地調査を実施し、津波の痕跡の位置等をもとに津波の高さの推定を行った結果、地点によっては10mを越える津波の痕跡を確認した（「第3章 現地調査」参照）。

この津波により東日本の太平洋沿岸各地で甚大な被害が発生した。

2.2 津波の観測状況

2.2.1 国内の津波観測状況*

観測された津波について、最大の高さの分布を第2.2.1図及び第2.2.2図に示す。これらの図から、東北地方太平洋側で非常に高い津波を観測したほか、日本の広い地域で津波が観測されたことが分

かる。

各地の津波の詳細な観測値を第2.2.1表に示す。これは気象庁と国土交通省港湾局、海上保安庁、国土地理院、地方自治体等が所有する津波観測施設での記録を読みとった値である。観測点の所在地の情報は第2.2.2表に示す。表には、本震発生時の平成23年3月11日時点で津波の監視及び津波の観測情報の発表に用いていた183地点のうち、津波の観測された166地点に加え、活用開始前で津波のデータが得られた徳島海陽沖GPS波浪計の1地点を含めた167地点について掲載している。第2.2.1表で掲載の津波の高さは、天文潮や気象潮をできるだけ取り除いて、津波の影響による高さだけを計測したものである。表には、天文潮や気象潮も含めた記録自体の最大値である最高潮位を観測基準面（D.L.）からの値で掲載している。東京湾平均海面（T.P.）へ換算する場合は第2.2.3図のとおり、T.P.への換算値を使用して求める。3月11日は、東北地方太平洋側では13時頃に干潮であり、地震発生後に東北地方沿岸に巨大な津波の到達した15時～16時頃は潮位がこれから高くなり始める時間帯であり、特段、潮位が高いレベルであったということとはなかった。参考図として、石巻市鮎川の地点の3月11日前後の潮汐の予測（推算潮位）を第2.2.4図に示す。

第4.6節「津波波形」に「最大の高さ」2.0m以上の地点について、津波の観測記録の波形を示す。また、「付録」には第2.2.1表に示した全地点の津波の観測記録を掲載している。

東北地方太平洋沿岸の多くの観測点では、地震

* 地震火山部地震津波監視課、地球環境・海洋部海洋気象課

*¹ 観測施設が津波により被害を受けたためデータを入手できない期間があり、後続の波でさらに高くなった可能性がある。

*² 巨大津波観測計について：巨大津波観測計は、水圧を測ることで岸壁を超えるような高い津波でも振り切れることなく沿岸での津波の高さを測定することができる。

発生直後から緩やかな引き波が観測されたが、地震発生後の約15分後（15時過ぎ）には押し波に転じて高い津波が押し寄せ、そのさらに10分前後経ったのち、場所によっては非常に急激に巨大な津波となったことが分かる。多くの地点でデータが途絶えたが、これは、地震発生直後の非常に大きな地震動による揺れやその後の巨大な津波により、津波観測施設の損傷・流出、停電及び伝送網の不通といった被害が発生したためである。地震後の数日間の津波の観測記録が得られた福島県のいわき市小名浜の観測記録の波形を見ると、東北地方太平洋側では第一波がおおむね最大の波であり、その後も大きな津波が半日程度繰り返し押し寄せていたことが分かる。

地震動に起因すると推定される振動を地震発生直後に記録した観測地点が多くあり、日本海側など震源域から遠く離れた場所でも、地震の震源過程解析から導き出された海底面の優位な変動から直接伝播する津波では説明できないような記録が見られた（第2.2.2項参照）。また、国土地理院の報告によると、岩手県～千葉県のパシフィック沿岸では1.2m～0.1m程度の地盤沈下があったとされ、多

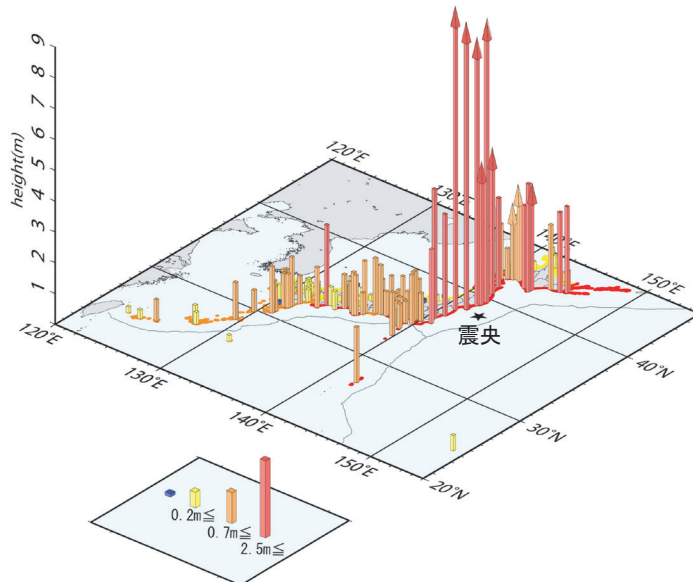
くの観測点で地盤沈下の影響を受けたとされる。

茨城県の大洗や千葉県銚子の館山市布良では、押し波の第一波と同程度の高さの波が17時頃になり、最大の高さを記録している。また、四国の太平洋沿岸の観測点では、須崎港（高知県）のように第一波を観測してから約4時間後の、第七波で最大の津波の高さ278cmを観測するなど、津波の第一波が過ぎても安心できない事を裏付けるデータが得られている。このように、後続波で最大の津波を観測する地点も多く見受けられた。

有明海の津波観測施設である太良町大浦野崎（佐賀県）など、記録を取り始めてから日本周辺で発生した津波を初めて観測した所も少なくなかった。

沿岸から10～20km沖合に設置されているGPS波浪計（国土交通省港湾局整備、平成20年から津波警報等の切替や津波の観測に活用）でも、岩手県釜石沖のGPS波浪計で最大の高さ6.7mの津波を観測する等、巨大な津波を観測した。これらのGPS波浪計では第一波で最大の津波を観測している。これは、沿岸の観測施設に比べ海岸からの津波の反射波の影響等が小さいことなどによると考えられる。

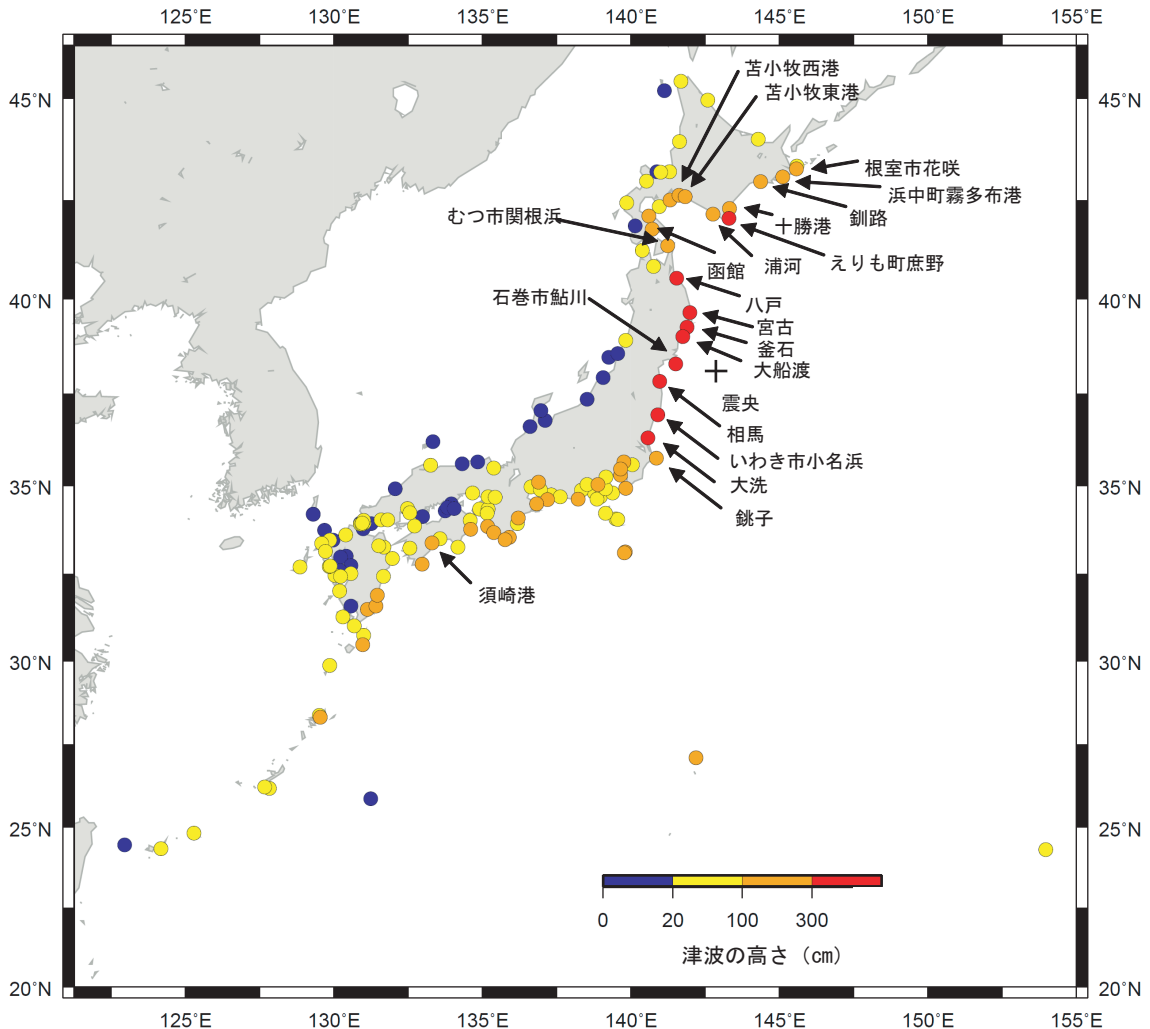
津波観測状況



第2.2.1図 津波観測施設で観測された津波の高さ

矢印は、津波観測施設が津波により被害を受けたためデータを入手できない期間があり、後続の波でさらに高くなった可能性があることを示す。

観測施設には、内閣府、国土交通省港湾局、海上保安庁、国土地理院、愛知県、四日市港管理組合、兵庫県、宮崎県、日本コークス工業株式会社の検潮所を含む。



第2.2.2図 国内の津波観測施設で観測された津波の高さ

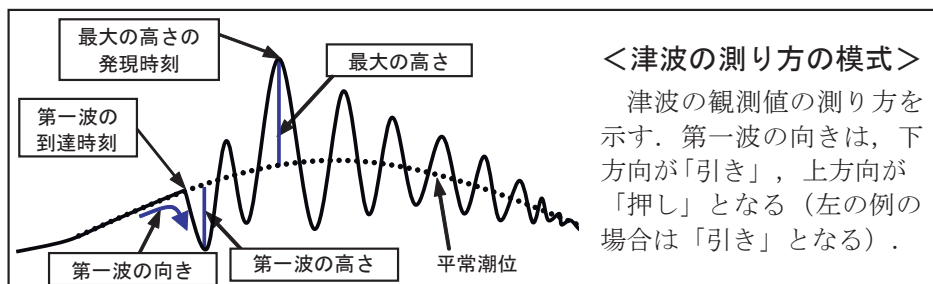
観測値は気象庁による読み取り値。

観測施設には、内閣府、国土交通省港湾局、海上保安庁、国土地理院、愛知県、四日市港管理組合、兵庫県、宮崎県、日本コークス工業株式会社の検潮所を含む。

高さ2.0m以上を観測した点については観測点名を表記。

本資料中の観測点名は、津波情報で発表する観測点名称を用いている。

注：国土地理院の地殻変動調査によれば、今回の地震の発生後、岩手県～千葉県のパシフィック沿岸では、1.2mから0.1m程度の沈降があったことが推定されている。第一波や最大波の高さは、こうした地盤の沈降量を含んでいる可能性がある。



第2.2.1表 日本国内の津波観測施設で観測された津波の観測値

番号	津波観測点名	第一波						最大の高さの波						最大波高(最大全振幅)						最高潮位												
		到達時刻(始まり)		走時	山・谷の出現時刻		押し(+) 引き(-) の大きさ	発現時刻 b	経過時間 b-a	高さ	周期	発現時刻 c	経過時間 c-a	波高	周期	発現時刻 d	時刻 d-a	D.L.から 測った 潮位	観測基準面 (D.L.)の標高													
		日	時		分	日														時	分	日	時	分	日	時	分	日	時	分	cm	*9
1	根室市花咲	11	15	43	0	57	11	15	57	+286	11	15	57	0	14	286	35	11	16	17	0	34	452	62	11	15	57	0	14	470	-213	
2	釧路	11	15	35	0	49	11	15	52	+206	11	23	39	8	4	208	45	11	23	17	7	42	452	51	11	23	39	8	4	397	-192	
3	根室港	11	16	6	1	20	11	16	21	+27	12	0	3	7	57	68	27	11	20	11	4	5	98	101	12	6	41	14	35	675	-590	
4	浜中町霧多布港	11	15	29	0	43	11	15	40	-7	11	22	19	6	50	257	54	11	22	19	6	50	431	54	11	22	19	6	50	844	-585	
5	十勝港*1	11	15	27	0	41	11	15	39	-15	11	15	57	0	30	276以上	43	11	16	21	0	54	526以上	50	11	17	27	2	0	345以上	-91	
6	浦河*3	11	15	20	0	34	11	15	34	-0.2m	11	16	42	1	22	2.8m	22	11	16	42	1	22	4.8m	22	11	16	42	1	22	3.7m		
7	えりも町庶野*3	11	15	20	0	34	11	15	30	-0.1m	11	15	44	0	24	3.5m	32	11	16	2	0	42	6.3m	31	11	15	44	0	24	4.1m		
8	室蘭港	11	16	1	1	15	11	16	5	-2	11	20	6	4	5	92	36	11	20	25	4	24	159	38	11	20	6	4	5	210	-109	
9	苫小牧東港*1	11	15	34	0	48	11	15	59	-29	11	16	17	0	43	246以上	55	11	16	54	1	20	496以上	91	11	16	17	0	43	309	-98	
10	苫小牧西港	11	15	38	0	52	11	15	54	-22	11	17	31	1	53	225	63	11	17	31	1	23	451	78	11	17	31	1	53	287	-293	
11	白老港*7	11	15	36	0	50	11	15	49	-14	11	16	2	0	26	173以上	27	11	16	58	1	22	268	39	11	16	2	0	26	350以上	-209	
12	函館*8	11	16	15	1	29	11	16	33	+183	11	23	35	7	20	239	34	11	23	35	7	20	350	34	11	23	35	7	20	362	-156	
13	渡島森港	11	-	-	-	-	11	-	-	-	11	19	36	-	-	164	37	11	19	36	-	-	241	37	11	19	36	-	-	771	-592	
14	稚内	11	18	48	4	2	11	18	59	+9	12	2	22	7	34	38	60	12	4	15	9	27	76	66	12	17	4	22	16	204	-166	
15	利尻島脊形港	11	-	-	-	-	11	-	-	-	11	23	40	-	-	11	31	11	23	40	-	-	16	31	12	15	20	-	-	174	-144	
16	留萌	11	-	-	-	-	11	-	-	-	12	5	34	-	-	22	59	12	0	32	-	-	39	60	12	9	25	-	-	235	-206	
17	小樽	11	-	-	-	-	11	-	-	-	12	14	17	-	-	32	64	12	14	50	-	-	62	66	12	14	17	-	-	246	-212	
18	石狩湾新港	11	-	-	-	-	11	-	-	-	12	1	7	-	-	30	86	12	1	7	-	-	50	86	12	9	53	-	-	204	-159	
19	小樽市忍路	11	-	-	-	-	11	-	-	-	12	14	18	-	-	16	46	12	12	44	-	-	30	67	12	14	19	-	-	146	-131	
20	岩内港	11	-	-	-	-	11	-	-	-	12	2	22	-	-	26	25	12	2	35	-	-	50	24	11	20	43	-	-	128	-106	
21	瀬棚港	11	-	-	-	-	11	-	-	-	11	19	15	-	-	24	10	11	19	15	-	-	37	10	11	19	15	-	-	87	-53	
22	江差	11	-	-	-	-	11	-	-	-	11	21	28	-	-	15	31	11	19	36	-	-	21	18	11	21	28	-	-	180	-160	
23	枝幸港	11	17	47	3	1	11	17	58	+22	12	5	3	11	16	43	44	12	5	3	11	16	81	44	12	5	3	11	16	129	-52	
24	網走	11	17	4	2	18	11	17	15	+12	11	22	18	5	14	34	52	11	21	59	4	55	79	45	12	6	6	13	2	204	-151	
25	竜飛*1	11	16	2	1	16	11	16	11	-8	11	16	32	0	30	46以上	38	11	16	32	0	30	50以上	38	11	16	32	0	30	141	-101	
26	むつ市閩根浜	11	15	30	0	44	11	15	48	-24	11	18	16	2	46	279	22	11	18	28	2	58	415	25	11	18	16	2	46	564	-264	
27	八戸*1*3	11	15	21	0	35	11	15	45	-0.7m	11	16	57	1	36	4.2m以上	-	11	16	57	1	36	7.7m以上	57	12	18	57	1	36	4.7m以上	-177	
28	青森*1	11	-	-	-	-	11	-	-	-	12	12	7	-	-	30以上	22	12	12	7	-	-	35以上	22	12	18	57	-	-	202		
29	宮古*1*4*5	11	15	1	0	15	11	15	13	-124	11	15	26	0	25	8.5m以上	-	11	15	26	0	25	-	-	11	15	26	0	25	9.0m以上	-	
30	大船渡*1*3*5*6	11	14	-	-	-	11	-	-	-1.0m	11	15	18	-	-	8.0m以上	-	11	15	18	-	-	-	-	-	11	15	18	-	-	9.8m以上	-
31	釜石*1*5*6	11	14	-	-	-	11	15	11	-119	11	15	21	-	-	420以上	-	11	15	21	-	-	-	-	-	11	15	21	-	-	642以上	-260
32	岩手久慈沖*1*2	11	14	-	-	-	11	15	10	-0.5m	11	15	19	-	-	4.0m	-	11	15	19	-	-	-	-	-	11	15	19	-	-	-	-
33	岩手宮古沖*1*2	11	14	-	-	-	11	14	59	-0.5m	11	15	12	-	-	6.3m	-	11	15	12	-	-	-	-	-	11	15	12	-	-	-	-
34	岩手釜石沖*1*2	11	14	48	0	2	11	14	57	-0.5m	11	15	11	0	23	6.7m	-	11	15	11	0	23	-	-	-	11	15	11	0	23	-	-
35	石巻市鮎川*1*3*5*6	11	14	-	-	-	11	-	-	-	11	15	26	-	-	8.6m以上	-	11	15	26	-	-	-	-	-	11	15	26	-	-	10.1m以上	-

第2.2.1表 続き

番号	津波観測点名	第一波				最大の高さの波				最大波高(最大全振幅)				最高潮位			
		到達時刻 (始まり) a	走時	山・谷の 出現時刻	押し(+) 引き(-) の大きさ の大きさ	発現時刻 b	経過時間 b-a	高さ cm *9	周期 分	発現時刻 c	経過時間 c-a	波高 cm *9	周期 分	発現時刻 d	経過時間 d-a	D.L.から 測った 潮位 cm *9	観測基準面 (D.L.)の標高 cm
36	気仙沼亘田湾沖 *1 *2	11 14 -	-	11 14 55	-0.4m	11 15 14	-	5.7m	-	11 16 52	1 35	5.6m以上	25	11 16 52	1 35	6.0m	
37	宮城金華山沖 *1 *2	11 - -	-	11 - -	-	11 15 16	-	5.8m	-	11 17 22	6 30	3.8m	39	11 17 22	2 9	4.0m	
38	酒田 *3	11 - -	-	11 - -	-	12 0 54	-	0.4m	-	11 17 6	1 42	275	19	11 17 5	1 41	295	-89
39	鶴岡市鼠ヶ関	11 - -	-	11 - -	-	12 1 17	-	13	-	11 18 49	2 9	3.1m	60	11 19 16	2 36	3.4m	
40	いわき市小名浜 *1 *5	11 15 8	0 22	11 15 23	+260	11 15 39	0 31	333	-	11 17 43	1 9	178	69	11 18 18	1 44	277	-179
41	相馬 *1 *3 *5 *6	11 14 -	-	11 15 32	-1.2m	11 15 51	-	9.3m以上	-	11 17 38	1 28	274	67	11 17 38	1 28	374	-220
42	福島小名浜沖 *1 *2	11 14 52	0 6	11 15 3	+1.0m	11 15 15	0 23	2.6m	-	11 17 17	1 23	206	60	11 18 9	2 15	293	-146
43	大洗 *1 *3 *5 *8	11 15 17	0 31	11 15 27	+1.7m	11 16 52	1 35	4.0m	-	11 16 16	-	118	30	12 8 14	-	225	-154
44	銚子 *3 *5 *8	11 15 13	0 27	11 15 38	+2.3m	11 17 22	2 9	2.5m	-	11 23 38	8 12	145	5	11 23 38	8 12	516	-449
45	館山市布良	11 15 24	0 38	11 15 37	+142	11 17 6	1 42	172	-	12 1 22	9 42	136	11	12 6 46	15 6	274	-193 *11
46	東京晴海 *3	11 16 40	1 54	11 17 9	+0.8m	11 19 16	2 36	1.5m	-	11 23 42	8 15	116	8	12 7 15	15 48	347	-289
47	千葉	11 16 34	1 48	11 17 9	+77	11 18 18	1 44	93	-	11 15 45	0 10	121	26	11 22 32	6 57	257	-191
48	横浜	11 16 10	1 24	11 16 35	+82	11 17 38	1 28	156	-	12 2 48	11 7	1.4m	7	12 8 19	16 38	3.3m	-187
49	横須賀	11 15 54	1 8	11 16 9	+83	11 17 17	1 23	135	-	11 16 46	0 35	352	20	11 16 46	0 35	339	-192 *11
50	伊豆大島岡田	11 15 -	-	11 - -	-	11 15 50	-	73	-	11 16 55	0 4	62	22	11 16 55	0 4	255	-346
51	三宅島坪田	11 15 26	0 40	11 15 34	+79	11 23 38	8 12	85	-	12 4 55	-	18	52	12 18 15	-	145	-100
52	神津島神津島港	11 15 40	0 54	11 15 48	+62	12 0 30	8 50	85	-	12 8 39	-	15	66	11 17 52	-	159	-128
53	三宅島阿古	11 15 27	0 41	11 15 39	+62	12 4 21	12 54	65	-	12 2 50	-	18	56	11 16 9	-	122	-104
54	八丈島神湊	11 15 35	0 49	11 15 45	+121	11 15 45	0 10	121	-	12 4 49	-	9	70	12 17 40	-	191	-158
55	八丈島八重根 *3	11 15 41	0 55	11 15 48	+1.4m	12 2 48	11 7	1.4m	-	11 20 47	-	19	142	11 18 14	-	158	-129
56	父島二見	11 16 11	1 25	11 16 24	+108	11 16 46	0 35	182	-	12 12 56	-	19	42	12 12 56	-	81	-43
57	南鳥島	11 16 51	2 5	11 16 55	+41	11 16 55	0 4	41	-	11 15 56	0 13	71	45	12 0 10	8 27	112	-376
58	小田原	11 15 33	0 47	11 15 49	+94	11 15 49	0 16	94	-	11 16 16	0 13	134	30	11 16 30	0 27	207	-152
59	新潟	11 - -	-	11 - -	-	12 4 55	-	18	-	11 16 17	0 19	93	51	11 16 39	0 41	181	-156
60	柏崎市鯨波	11 - -	-	11 - -	-	12 15 9	-	10	-	11 17 19	1 16	144	45	11 17 19	1 16	230	-187
61	栗島	11 - -	-	11 - -	-	12 2 25	-	8	-	11 17 37	1 23	73	27	12 9 2	16 48	296	-235
62	伏木富山港新湊	11 - -	-	11 - -	-	12 4 49	-	9	-	11 15 57	0 16	71	21	12 6 44	15 3	116	-149
63	七尾港	11 - -	-	11 - -	-	11 20 47	-	19	-								
64	金沢	11 - -	-	11 - -	-	12 12 56	-	19	-								
65	南伊豆町石廊崎	11 15 43	0 57	11 15 56	+71	11 15 56	0 13	71	-								
66	沼津市内浦	11 16 3	1 17	11 16 16	+134	11 16 16	0 13	134	-								
67	清水	11 15 58	1 12	11 16 17	+93	11 16 17	0 19	93	-								
68	御前崎	11 16 3	1 17	11 16 19	+97	11 17 19	1 16	144	-								
69	舞阪 *8	11 16 14	1 28	11 16 28	+67	11 17 37	1 23	73	-								
70	下田港	11 15 41	0 55	11 15 57	+71	11 15 57	0 16	71	-								

第2.2.1表 続き

番号	津波観測点名	第一波				最大の高さの波				最大波高(最大全振幅)				最高潮位			
		到達時刻 (始まり) a	走時	山・谷の 出現時刻	押し(+) 引き(-) の大きさ	高さ	周期	発現時刻 b	経過時間 b-a	発現時刻 c	経過時間 c-a	波高	周期	発現時刻 d	経過時間 d-a	D.L.から 測った 潮位	観測基準面 (O.L.)の標高
		日 時 分	時 分	日 時 分	cm *9	分	日 時 分	時 分	分	分	cm *9	分	日 時 分	時 分	cm *9	cm	
71	伊東	11 15 29	0 43	11 15 52	+77	54	11 16 19	0 50	62	12 7 1	15 32	269	-226				
72	西伊豆町田子	11 15 56	1 10	11 16 18	+41	57	11 16 45	0 49	87	12 8 13	16 17	307	-250				
73	焼津	11 15 58	1 12	11 16 10	+82	40	11 17 45	1 47	130	11 23 23	7 25	397	-312				
74	静岡御前崎沖 *1 *2	11 - -	- -	11 - -	-	0.4m	11 16 1	-									
75	名古屋	11 16 21	1 35	11 16 35	+107	53	11 17 2	0 41	262	12 5 44	13 23	477	-358				
76	田原市赤羽根	11 17 46	3 0	11 18 13	+68	72	11 19 36	1 50	211	11 22 8	4 22	307	-201				
77	豊橋市三河港	11 17 19	2 33	11 17 46	+42	71	11 21 1	3 42	137	11 21 26	4 7	306	-229				
78	半田市衣浦	11 17 19	2 33	11 17 36	+49	67	11 18 22	1 3	142	11 21 35	4 16	380	-295				
79	四日市	11 17 19	2 33	11 17 43	+45	46	11 18 30	1 11	112	12 8 13	14 54	194	-123				
80	鳥羽	11 16 33	1 47	11 16 52	+46	53	11 19 14	2 41	299	11 19 14	2 41	442	-282				
81	尾鷲	11 16 17	1 31	11 16 36	+106	41	11 17 13	0 56	327	12 8 55	16 38	281	-147				
82	熊野市遊木	11 16 10	1 24	11 16 29	+76	56	11 17 9	0 59	162	12 9 31	17 21	327	-238				
83	三重尾鷲沖 *2	11 16 7	1 21	11 16 25	+0.5m	0.5m	11 16 25	0 18									
84	舞鶴	11 - -	- -	11 - -	-	25	13 11 8	-	49	12 10 38	-	155	-132				
85	岬町淡輪	11 17 30	2 44	11 17 58	+25	80	11 18 27	0 57	51	12 7 17	13 47	214	-173				
86	大鵬天保山	11 18 14	3 28	11 18 48	+62	85	11 19 26	1 12	121	11 23 17	5 3	404	-354				
87	豊岡市津居山	11 - -	- -	11 - -	-	7	12 1 42	-	16	12 11 56	-	39	-16				
88	神戸	11 17 56	3 10	11 18 11	+27	60	11 20 24	2 28	53	12 7 22	13 26	203	-168				
89	姫路	11 18 26	3 40	11 18 47	+15	73	11 19 53	1 27	47	12 4 19	9 53	149	-93				
90	洲本	11 17 22	2 36	11 17 41	+20	67	11 18 13	0 51	43	12 8 5	14 43	217	-185				
91	那智勝浦町浦沖	11 16 14	1 28	11 16 33	+92	31	11 17 47	1 33	223	11 22 55	6 41	238	-139				
92	串本町袋港	11 16 17	1 31	11 16 34	+66	14	12 1 26	9 9	273	12 12 9	49 17	333	-161				
93	白浜町堅田	11 16 34	1 48	11 16 53	+86	31	12 0 52	8 18	242	11 21 47	5 13	435	-314				
94	和歌山	11 17 10	2 24	11 17 33	+66	38	11 18 2	0 52	134	11 22 31	5 21	150	-93				
95	御坊市葦井戸	11 16 36	1 50	11 16 54	+70	41	11 17 57	1 21	188	12 9 19	16 43	371	-267				
96	和歌山白浜沖 *2	11 16 21	1 35	11 16 38	+0.3m	0.3m	11 16 38	0 17									
97	境港市境	11 - -	- -	11 - -	-	26	12 5 5	-	43	12 5 5	-	145	-115				
98	岩美町田後	11 - -	- -	11 - -	-	9	11 23 27	-	16	11 12 7	51 -	212	-200				
99	浜田	11 - -	- -	11 - -	-	14	12 7 53	-	22	18 12 12	59 -	112	-92				
100	隠岐西郷	11 - -	- -	11 - -	-	10	12 15 10	-	16	17 12 13	37 -	105	-106				
101	玉野市宇野	11 18 31	3 45	11 18 52	+4	64	11 20 1	1 30	18	12 3 14	8 43	238	-172				
102	呉	11 19 44	4 58	11 20 37	+29	120	11 21 29	1 45	40	12 1 0	5 16	355	-262				
103	広島	11 19 31	4 45	11 20 15	+20	131	11 21 35	2 4	27	12 0 46	5 15	400	-308				
104	小松島	11 17 8	2 22	11 17 24	+63	33	11 19 35	2 27	140	11 22 7	4 59	263	-192				
105	徳島由岐	11 16 37	1 51	11 16 55	+104	38	11 17 22	0 45	214	11 20 28	3 51	388	-265				

第2.2.1表 続き

番号	津波観測点名	第一波				最大の高さの波				最大波高(最大全振幅)				最高潮位			
		到達時刻 (始まり) a	走時 時分	山・谷の 出現時刻 日時	押し(+) 引き(-) の大きさ cm *9	発現時刻 b 日時	経過時間 b-a 時分	高さ cm *9	周期 分	発現時刻 c 日時	経過時間 c-a 時分	波高 cm *9	周期 分	発現時刻 d 日時	経過時間 d-a 時分	D.L.から 測った 潮位 cm *9	観測基準面 (D.L.)の標高 cm
106	徳島海陽沖 *2	11 16 26	1 40	11 16 43	+0.4m	11 16 43	0 17	0.4m		11 20 39	2 17	31	47	12 3 13	8 51	253	-190
107	高松	11 18 22	3 36	11 18 40	+6	11 22 27	4 5	17		11 20 39	2 17	31	47	12 3 13	8 51	253	-190
108	坂出市与島港	11 - - -	- - -	11 18 40	+6	11 22 27	4 5	17		11 20 39	2 17	31	47	12 3 13	8 51	253	-190
109	多度津港	11 - - -	- - -	11 18 40	+6	11 22 27	4 5	17		11 20 39	2 17	31	47	12 3 13	8 51	253	-190
110	宇和島	11 17 37	2 51	11 17 59	+55	12 7 10	13 33	69		12 7 10	13 33	69	38	11 18 55	1 18	124	-207
111	松山	11 18 42	3 56	11 19 7	+16	11 21 14	2 32	20		11 21 14	2 32	20	93	12 1 43	7 1	306	-214
112	今治市小島	11 - - -	- - -	11 19 7	+16	11 21 14	2 32	20		11 21 14	2 32	20	141	12 2 22	-	382	-287
113	室戸市室戸岬	11 16 34	1 48	11 16 49	+48	12 4 42	12 8	73		12 4 42	12 8	73	10	11 21 7	4 33	381	-293
114	高知	11 16 56	2 10	11 17 14	+62	11 21 27	4 31	77		11 21 27	4 31	77	42	11 21 26	4 30	184	-95
115	土佐清水	11 16 56	2 10	11 17 11	+92	12 1 58	9 2	132		12 1 58	9 2	238	22	12 7 47	14 51	298	-155
116	須崎港 *8	11 17 0	2 14	11 17 21	+146	11 20 59	3 59	278		11 20 59	3 59	440以上	39	11 21 0	4 0	371	-96
117	下関市南風泊港	11 - - -	- - -	11 17 21	+146	11 20 59	3 59	278		11 20 59	3 59	440以上	39	11 21 0	4 0	371	-96
118	下関市彦島弟子侍	11 20 2	5 16	11 20 49	+15	11 23 10	3 8	31		11 23 10	3 8	40	69	12 12 6	16 4	243	-189
119	徳山	11 18 48	4 2	11 19 14	+25	12 8 7	13 19	25		12 8 7	13 19	25	60	12 0 52	6 4	343	-256
120	下関市長府	11 19 45	4 59	11 20 43	+28	11 23 0	3 15	32		130 11 23 0	3 15	58	130	12 1 17	5 32	405	-294
121	宇都港	11 - - -	- - -	11 20 43	+28	11 23 0	3 15	32		130 11 23 0	3 15	58	130	12 1 17	5 32	405	-294
122	三田尻中関港	11 18 44	3 58	11 19 4	+22	11 19 4	0 20	22		107 11 21 50	3 6	32	68	12 0 46	6 2	358	-286
123	荻田港	11 - - -	- - -	11 19 4	+22	11 19 4	0 20	22		107 11 21 50	3 6	32	68	12 0 46	6 2	358	-286
124	北九州港青浜	11 - - -	- - -	11 19 4	+22	11 19 4	0 20	22		107 11 21 50	3 6	32	68	12 0 46	6 2	358	-286
125	北九州市門司	11 20 7	5 21	11 20 45	+15	11 23 4	-	25		133 11 23 4	-	49	133	12 1 6	-	484	-377
126	福岡市博多	11 - - -	- - -	11 20 45	+15	11 23 4	-	25		133 11 23 4	-	49	133	12 1 6	-	484	-377
127	北九州港日明	11 - - -	- - -	11 20 45	+15	11 23 4	-	25		133 11 23 4	-	49	133	12 1 6	-	484	-377
128	大牟田市三池	11 - - -	- - -	11 20 45	+15	11 23 4	-	25		133 11 23 4	-	49	133	12 1 6	-	484	-377
129	太良町大浦野崎	11 - - -	- - -	11 20 45	+15	11 23 4	-	25		133 11 23 4	-	49	133	12 1 6	-	484	-377
130	三角	11 - - -	- - -	11 20 45	+15	11 23 4	-	25		133 11 23 4	-	49	133	12 1 6	-	484	-377
131	八代港	11 19 54	5 8	11 20 15	+25	11 23 10	3 3	34		79 11 23 10	3 47	49	130	11 23 10	3 3	288	-224
132	熊本港	11 19 53	5 7	11 20 32	+8	11 22 30	2 37	14		79 11 23 10	3 47	49	130	11 23 10	3 3	288	-224
133	天草市本渡港	11 19 17	4 31	11 19 37	+22	11 21 4	1 47	70		136 12 1 6	-	63	115	12 2 9	-	217	-161
134	唐津港	11 20 50	6 4	11 21 18	+11	11 23 17	2 27	19		93 12 3 22	-	32	93	12 13 21	-	183	-136
135	玄海町仮屋	11 19 48	5 2	11 20 4	-6	12 5 31	9 43	20		65 12 15 50	-	8	119	12 12 44	-	537	-421
136	口之津	11 19 6	4 20	11 19 54	+10	11 23 42	4 36	15		128 11 21 15	-	11	128	12 0 49	-	498	-373
137	長崎	11 19 4	4 18	11 19 19	+43	11 21 20	2 16	84		112 11 22 36	-	15	112	12 11 59	-	510	-407
138	福江島福江港	11 18 46	4 0	11 18 56	+14	12 4 58	10 12	22		37 11 23 7	3 13	48	41	12 0 28	4 34	433	-325
139	佐世保	11 19 37	4 51	11 20 2	+33	11 21 52	2 15	68		113 11 22 30	2 37	30	113	12 0 38	4 45	431	-310
140	長崎港皇后	11 18 53	4 7	11 19 15	+36	11 21 23	2 30	58		42 11 20 46	1 29	150	44	12 12 9	16 52	404	-291

第2.2.1表 続き

番号	津波観測点名	第一波				最大の高さの波				最大波高(最大全振幅)				最高潮位			
		到達時刻 (始まり)	走時	山・谷の 出現時刻	押し(+) 引き(-) の大きさ	発現時刻 b	経過時間 b-a	高さ	周期	発現時刻 c	経過時間 c-a	波高	周期	発現時刻 d	経過時間 d-a	D.L.から 測った 潮位	観測基準面 (D.L.)の標高
141	平戸市田平港	11 19 41	4 55	11 19 56	+17	11 21 57	2 16	32	59	11 21 57	2 16	52	59	12 12 59	17 18	326	-261
142	対馬比田勝	-	-	-	-	12 10 29	-	9	13	12 0 41	-	16	64	12 0 41	-	206	-192
143	対馬市厳原	11 -	-	11 -	-	12 2 6	-	9	59	12 1 25	-	15	63	12 0 14	-	199	-173
144	志岐島郷ノ浦港	11 -	-	11 -	-	12 5 13	-	12	21	12 4 44	-	20	20	12 13 39	-	204	-175
145	苓北町都呂々	11 18 46	4 0	11 18 59	+16	12 3 12	8 26	31	45	12 3 28	8 42	53	66	12 11 56	17 10	496	-407
146	大分	11 17 53	3 7	11 18 30	+24	11 20 26	2 33	42	110	11 21 20	3 27	82	124	12 0 29	6 36	370	-310
147	別府港	11 18 2	3 16	11 18 34	+37	11 20 29	2 27	55	125	11 21 23	3 21	111	108	12 0 13	6 11	227	-161
148	佐伯市松浦	11 17 22	2 36	11 17 40	+43	11 17 40	0 18	43	84	12 7 4	13 42	92	55	12 9 18	15 56	515	-453
149	日南市油津	11 17 3	2 17	11 17 20	+103	12 0 12	7 9	123	27	12 0 28	7 25	236	31	12 0 12	7 9	280	-141
150	宮崎港	11 17 13	2 27	11 17 29	+134	12 3 33	10 20	164	39	12 3 33	10 20	280	39	11 20 29	3 16	460	-286
151	日向市細島	11 17 4	2 18	11 17 20	+80	11 21 47	4 43	88	36	11 23 10	6 6	149	36	11 21 47	4 43	313	-199
152	南大隅町大泊	11 17 29	2 43	11 17 41	+48	12 6 51	13 22	93	20	12 2 29	9 0	143	9	12 9 3	15 34	412	-285
153	志布志港	11 17 19	2 33	11 17 38	+106	11 17 38	0 19	106	74	11 18 18	0 59	192	66	12 10 1	16 42	396	-276
154	種子島熊野	11 17 3	2 17	11 17 16	+80	12 3 23	10 20	152	21	12 0 6	7 3	243	25	11 23 2	5 59	526	-373
155	種子島西之表	11 17 19	2 33	11 17 32	+26	11 23 45	6 26	83	39	11 23 45	6 26	160	39	11 23 45	6 26	340	-237 *11
156	奄美市小湊	11 17 31	2 45	11 17 41	+102	12 1 49	8 18	121	15	11 17 56	0 25	215	37	12 10 17	16 46	335	-218
157	中之島	11 -	-	11 -	-	12 2 33	-	82	5	12 6 1	-	137	5	12 9 27	-	294	-219
158	奄美市名瀬	11 17 31	2 45	11 17 45	+40	12 1 21	7 50	51	22	12 1 28	7 57	98	15	12 10 52	17 21	308	-245
159	鹿児島	11 18 18	3 32	11 18 33	+11	12 6 4	11 46	19	25	12 6 4	11 46	35	25	12 10 23	16 5	272	-195
160	枕崎	11 17 53	3 7	11 18 5	+38	12 2 28	8 35	91	17	12 2 28	8 35	150	17	12 10 47	16 54	352	-246
161	阿久根	11 18 40	3 54	11 18 55	+41	12 7 18	12 38	47	44	12 7 18	12 38	72	44	12 10 8	15 28	406	-321
162	那覇	11 18 6	3 20	11 18 16	+21	11 21 12	3 6	60	35	11 21 12	3 6	111	35	12 11 3	16 57	327	-258
163	南城市安座真	11 17 50	3 4	11 17 59	+26	12 2 20	8 30	37	10	11 23 44	5 54	63	17	12 9 58	16 8	284	-217
164	南大東漁港	11 17 12	2 26	11 17 26	+19	11 17 26	0 14	19	35	12 0 22	7 10	29	7	12 10 27	17 15	636	-559
165	宮古島平良	11 18 36	3 50	11 18 54	+45	11 19 34	0 58	65	50	11 19 34	0 58	118	50	12 11 11	16 35	191	-108
166	石垣島石垣港	11 18 29	3 43	11 18 39	+5	12 7 1	12 32	23	23	11 23 20	4 51	44	47	12 11 33	17 4	241	-171
167	与那国島久部良	11 18 -	-	11 -	-	12 7 37	-	14	10	12 7 37	-	24	10	12 10 29	-	427	-377

津波の観測値は、所属機関の観測波形データをもとに気象庁で精査した値。潮汐の影響を除くために観測データにバンドパスフィルターをかけて、その波形を用いて作成した。ただし、データが津波の立ち上がり直後に断になってしまった地点の高さについては、データの極値と推算潮位(実測の潮位で補正)の差で作成している。GPS 波浪計については、国土交通省港湾局による現地回収の観測データと推算潮位(現地回収の観測データを使用して作成)の差分データを使用して作成している。データを入手できない期間があった地点やデータが計測可能な範囲を超えた地点の最大の高さや最大波高は、分析できた記録の中で最も高い値を掲載している。

- は値が決定できないことを示す

*1 データを入手できない期間があったことを示す

*2 GPS 波浪計の観測点であることを示す

*3 巨大津波観測計により観測されたことを示す (観測単位は0.1m)

第2.2.1表 続き

- *4 第一波を潮位計、最大波を巨大津波観測計により観測されたことを示す
- *5 地盤沈下の影響で、第一波の読み取り値が不正確である可能性があることを示す
- *6 地震の揺れにより生じた潮位の変動等のため、潮位データからは津波の第一波の始まりの時刻が特定できなかつたもの。一方、今回の地震の発生後、岩手県～千葉県のパシフィック沿岸で1.2mから0.1m程度の沈降があったことが推定されており（国土地理院の地殻変動調査による）、これらの沿岸付近は波源域に含まれていないことが推測される
- *7 データが計測可能な範囲を上回ったことを示す
- *8 データが計測可能な範囲を下回ったことを示す
- *9 巨大津波観測計とGPS波浪計については、観測単位0.1mで掲載している
- *10 いわき市小名浜の観測基準面(D.L.)の標高は、2011年3月11日14時59分45秒までは-140cm、3月11日15時00分00秒以降は国土地理院による観測結果(速報値)に基づき、-185cmとして扱っている。
- *11 神津島神津島港、南島、種子島西之表の観測基準面(D.L.)の標高は、2005年～2009年の平均潮位を用いている。

第2.2.2表 日本国内の津波観測施設の所在地表

番号	津波予報区	都道府県	津波観測点名称	所属	緯度	経度	所在地
1	北海道太平洋沿岸東部	北海道	根室市花咲	気象庁	43° 17'	145° 34'	北海道 根室市 花咲港
2	北海道太平洋沿岸東部	北海道	釧路	気象庁	42° 59'	144° 22'	北海道 釧路市 港町
3	北海道太平洋沿岸東部	北海道	根室港	港湾局	43° 21'	145° 35'	北海道 根室市 琴平町
4	北海道太平洋沿岸東部	北海道	浜中町霧多布港	港湾局	43° 5'	145° 7'	北海道 厚岸郡 浜中町 霧多布
5	北海道太平洋沿岸中部	北海道	十勝港	港湾局	42° 18'	143° 19'	北海道 広尾郡 広尾町 会所前
6	北海道太平洋沿岸中部	北海道	浦河*1	気象庁	42° 10'	142° 46'	北海道 浦河郡 浦河町 大通1丁目
7	北海道太平洋沿岸中部	北海道	えりも町熊野*1	気象庁	42° 3'	143° 18'	北海道 幌泉郡 えりも町
8	北海道太平洋沿岸西部	北海道	室蘭港	港湾局	42° 21'	140° 57'	北海道 室蘭市 祝津町1丁目
9	北海道太平洋沿岸西部	北海道	苫小牧東港	港湾局	42° 36'	141° 49'	北海道 厚岸郡 厚真町 浜厚真
10	北海道太平洋沿岸西部	北海道	苫小牧西港	港湾局	42° 38'	141° 37'	北海道 苫小牧市 汐見町1丁目
11	北海道太平洋沿岸西部	北海道	白老港	港湾局	42° 31'	141° 19'	北海道 白老郡 白老町 石山
12	北海道太平洋沿岸西部	北海道	函館	気象庁	41° 47'	140° 43'	北海道 函館市 海岸町
13	北海道太平洋沿岸西部	北海道	渡島森港	港湾局	42° 7'	140° 36'	北海道 茅部郡 森町 港町
14	北海道日本海沿岸北部	北海道	稚内	気象庁	45° 24'	141° 41'	北海道 稚内市 新港町
15	北海道日本海沿岸北部	北海道	利尻島杓形港	港湾局	45° 11'	141° 8'	北海道 利尻郡 利尻町 杓形
16	北海道日本海沿岸北部	北海道	留萌	港湾局	43° 57'	141° 38'	北海道 留萌市 大町1丁目
17	北海道日本海沿岸北部	北海道	小樽	気象庁	43° 12'	141° 0'	北海道 小樽市 色内3丁目
18	北海道日本海沿岸北部	北海道	石狩湾新港	港湾局	43° 13'	141° 18'	北海道 石狩市 新港東4丁目
19	北海道日本海沿岸北部	北海道	小樽市忍路	国土地理院	43° 13'	140° 52'	北海道 小樽市 忍路1丁目
20	北海道日本海沿岸南部	北海道	岩内港	港湾局	42° 59'	140° 30'	北海道 岩内郡 岩内町 御崎
21	北海道日本海沿岸南部	北海道	瀬棚港	港湾局	42° 27'	139° 51'	北海道 久遠郡 せたな町 瀬棚区 本町
22	北海道日本海沿岸南部	北海道	江差	港湾局	41° 52'	140° 8'	北海道 檜山郡 江差町 中歌町
23	オホーツク海沿岸	北海道	枝幸港	港湾局	44° 56'	142° 35'	北海道 枝幸郡 枝幸町 幸町
24	オホーツク海沿岸	北海道	網走	気象庁	44° 1'	144° 17'	北海道 網走市 港町
25	青森県日本海沿岸	青森県	竜飛	海上保安庁	41° 15'	140° 23'	青森県 東津軽郡 外ヶ浜町 三厩梨ノ木間
26	青森県太平洋沿岸	青森県	むつ市関根浜	気象庁	41° 22'	141° 14'	青森県 むつ市 関根
27	青森県太平洋沿岸	青森県	八戸*1	気象庁	40° 32'	141° 32'	青森県 八戸市 新湊3丁目
28	陸奥湾	青森県	青森	港湾局	40° 50'	140° 46'	青森県 青森市 港町
29	岩手県	岩手県	宮古*1	気象庁	39° 39'	141° 59'	岩手県 宮古市 日立浜町
30	岩手県	岩手県	大船渡*1	気象庁	39° 1'	141° 45'	岩手県 大船渡市 赤崎町
31	岩手県	岩手県	釜石	海上保安庁	39° 16'	141° 53'	岩手県 釜石市 魚河岸町
32			岩手久慈沖*2	港湾局	40° 7'	142° 4'	
33			岩手宮古沖*2	港湾局	39° 38'	142° 11'	
34			岩手釜石沖*2	港湾局	39° 16'	142° 6'	
35	宮城県	宮城県	石巻市鮎川*1	気象庁	38° 18'	141° 30'	宮城県 石巻市 鮎川町

第2.2.2表 続き

番号	津波予報区	都道府県	津波観測点名称	所属	緯度	経度	所在地
36			気仙沼広田湾沖 *2	港湾局	38° 51'	141° 54'	
37			宮城金華山沖 *2	港湾局	38° 14'	141° 41'	
38	山形県	山形県	酒田 *1	気象庁	38° 55'	139° 49'	酒田市 宮野浦
39	山形県	山形県	鶴岡市鼠ヶ関	国土地理院	38° 34'	139° 33'	鶴岡市 鼠ヶ関
40	福島県	福島県	いわき市小名浜	気象庁	36° 56'	140° 54'	福島県 いわき市 小名浜
41	福島県	福島県	相馬 *1	気象庁	37° 50'	140° 58'	福島県 相馬市 原釜
42			福島小名浜沖 *2	港湾局	36° 58'	141° 11'	
43	茨城県	茨城県	大洗 *1	気象庁	36° 18'	140° 34'	茨城県 大洗町 大洗港
44	千葉県九十九里・外房	千葉県	銚子 *1	気象庁	35° 45'	140° 52'	千葉県 銚子市 川口町 2丁目
45	千葉県内房	千葉県	館山市布良	気象庁	34° 55'	139° 50'	千葉県 館山市 布良
46	東京湾内湾	東京都	東京晴海 *1	気象庁	35° 39'	139° 46'	東京都 中央区 晴海 5丁目
47	東京湾内湾	千葉県	千葉	海上保安庁	35° 34'	140° 3'	千葉県 原市 五井
48	東京湾内湾	神奈川県	横浜	海上保安庁	35° 27'	139° 39'	神奈川県 横浜市中区 新港町 1丁目
49	東京湾内湾	神奈川県	横須賀	海上保安庁	35° 17'	139° 39'	神奈川県 横須賀市 西逸見町
50	伊豆諸島	東京都	伊豆大島岡田	気象庁	34° 47'	139° 23'	東京都 大島町 岡田
51	伊豆諸島	東京都	三宅島坪田	気象庁	34° 3'	139° 33'	東京都 三宅村 坪田船戸
52	伊豆諸島	東京都	神津島神津島港	海上保安庁	34° 13'	139° 8'	東京都 神津島村 神津島港
53	伊豆諸島	東京都	三宅島阿古	海上保安庁	34° 4'	139° 29'	東京都 三宅村 阿古
54	伊豆諸島	東京都	八丈島神湊	海上保安庁	33° 8'	139° 48'	東京都 八丈町 三根
55	伊豆諸島	東京都	八丈島八重根 *1	気象庁	33° 6'	139° 47'	東京都 八丈町 八重根港 (八丈島)
56	小笠原諸島	東京都	父島二見	気象庁	27° 6'	142° 12'	東京都 小笠原村 父島東町
57	小笠原諸島	東京都	南鳥島	気象庁	24° 17'	153° 59'	東京都 小笠原村 南鳥島 (南鳥島)
58	相模湾・三浦半島	神奈川県	小田原	気象庁	35° 14'	139° 9'	神奈川県 小田原市 早川地先
59	新潟県上中下越	新潟県	新潟	港湾局	37° 56'	139° 4'	新潟県 新潟市 中央区 入船町
60	新潟県上中下越	新潟県	柏崎市鯨波	国土地理院	37° 21'	138° 31'	新潟県 柏崎市 鯨波
61	新潟県上中下越	新潟県	粟島	海上保安庁	38° 28'	139° 15'	新潟県 岩船郡 粟島浦村 内浦
62	富山県	富山県	伏木富山港新湊	港湾局	36° 47'	137° 7'	富山県 射水市 堀岡新明神
63	石川県能登	石川県	七尾港	港湾局	37° 3'	136° 58'	石川県 七尾市 疍中町
64	石川県加賀	石川県	金沢	港湾局	36° 37'	136° 36'	石川県 金沢市 大野町 4丁目
65	静岡県	静岡県	南伊豆町石廊崎	気象庁	34° 37'	138° 51'	静岡県 賀茂郡 南伊豆町 石廊崎
66	静岡県	静岡県	沼津市内浦	気象庁	35° 1'	138° 53'	静岡県 沼津市 内浦長浜網代
67	静岡県	静岡県	清水	気象庁	35° 1'	138° 31'	静岡県 静岡市 清水区 三保
68	静岡県	静岡県	御前崎	気象庁	34° 37'	138° 13'	静岡県 御前崎市 港
69	静岡県	静岡県	舞阪	気象庁	34° 41'	137° 37'	静岡県 浜松市 西区 舞阪町
70	静岡県	静岡県	下田港	港湾局	34° 41'	138° 58'	静岡県 下田市 柿崎弁天島地先

第2.2.2表 続き

番号	津波予報区	都道府県	津波観測点名称	所属	緯度	経度	所在地
71	静岡県	静岡県	伊東	国土地理院	34° 54'	139° 8'	静岡県 伊東市 富戸
72	静岡県	静岡県	西伊豆町田子	国土地理院	34° 48'	138° 46'	静岡県 賀茂郡 西伊豆町 田子
73	静岡県	静岡県	焼津	国土地理院	34° 52'	138° 20'	静岡県 焼津市 中港6丁目
74			静岡御前崎沖 *2	港湾局	34° 24'	138° 17'	
75	愛知県外海	愛知県	田原市赤羽根	気象庁	34° 36'	137° 11'	愛知県 田原市 池尻町
76	伊勢・三河湾	愛知県	名古屋	気象庁	35° 5'	136° 53'	愛知県 名古屋 港区 港町
77	伊勢・三河湾	愛知県	豊橋市三河港	港湾局	34° 44'	137° 19'	愛知県 豊橋市 神野心頭
78	伊勢・三河湾	愛知県	半田市衣浦	愛知県	34° 53'	136° 57'	愛知県 半田市 11号地
79	伊勢・三河湾	三重県	四日市	四日市港管理組合	34° 58'	136° 38'	三重県 四日市市 千歳町
80	三重県南部	三重県	鳥羽	気象庁	34° 29'	136° 49'	三重県 鳥羽市 堅神町
81	三重県南部	三重県	尾鷲	気象庁	34° 5'	136° 12'	三重県 尾鷲市 天満浦
82	三重県南部	三重県	熊野市遊木	気象庁	33° 56'	136° 10'	三重県 熊野市 遊木町
83			三重尾鷲沖 *2	港湾局	33° 54'	136° 16'	
84	京都府	京都府	舞鶴	気象庁	35° 29'	135° 23'	京都府 舞鶴市 浜
85	大阪府	大阪府	岬町淡輪	気象庁	34° 20'	135° 11'	大阪府 泉南郡 岬町 淡輪
86	大阪府	大阪府	大阪天保山	気象庁	34° 39'	135° 26'	大阪府 大阪市 港区 築港3丁目
87	兵庫県北部	兵庫県	豊岡市津居山	気象庁	35° 39'	134° 50'	兵庫県 豊岡市 小島
88	兵庫県瀬戸内海沿岸	兵庫県	神戸	兵庫県豊岡土木事務所	34° 41'	135° 11'	兵庫県 神戸市 中央区 波止場町
89	兵庫県瀬戸内海沿岸	兵庫県	姫路	気象庁	34° 47'	134° 40'	兵庫県 姫路市 飾磨区 須賀
90	淡路島南部	兵庫県	洲本	兵庫県姫路港管理事務所	34° 21'	134° 54'	兵庫県 洲本市 海岸通1丁目
91	和歌山県	和歌山県	那智勝浦町浦神	気象庁	33° 34'	135° 54'	和歌山県 東牟婁郡 那智勝浦町 浦神
92	和歌山県	和歌山県	串本町袋港	気象庁	33° 29'	135° 46'	和歌山県 東牟婁郡 串本町 串本
93	和歌山県	和歌山県	白浜町堅田	気象庁	33° 41'	135° 23'	和歌山県 西牟婁郡 白浜町 堅田
94	和歌山県	和歌山県	和歌山	気象庁	34° 13'	135° 9'	和歌山県 和歌山市 湊青岸
95	和歌山県	和歌山県	御坊市蔵井戸	気象庁	33° 51'	135° 10'	和歌山県 御坊市 名田町
96			和歌山白浜沖 *2	港湾局	33° 39'	135° 9'	
97	鳥取県	鳥取県	境港市境	気象庁	35° 33'	133° 15'	鳥取県 境港市 境港
98	鳥取県	鳥取県	岩美町田後	国土地理院	35° 36'	134° 19'	鳥取県 岩美郡 岩美町 田後
99	島根県出雲・石見	島根県	浜田	気象庁	34° 54'	132° 4'	島根県 浜田市 大辻町
100	隠岐	島根県	隠岐西郷	気象庁	36° 12'	133° 20'	島根県 隠岐郡 隠岐の島町 港町
101	岡山県	岡山県	玉野市宇野	気象庁	34° 29'	133° 57'	岡山県 玉野市 宇野1丁目
102	広島県	広島県	呉	海上保安庁	34° 14'	132° 33'	広島県 呉市 宝町
103	広島県	広島県	広島	海上保安庁	34° 21'	132° 28'	広島県 広島市 南区 宇品海岸2丁目
104	徳島県	徳島県	小松島	気象庁	34° 1'	134° 35'	徳島県 小松島市 小松島町
105	徳島県	徳島県	徳島由岐	気象庁	33° 46'	134° 36'	徳島県 海部郡 美波町 西由岐

第2.2.2表 続き

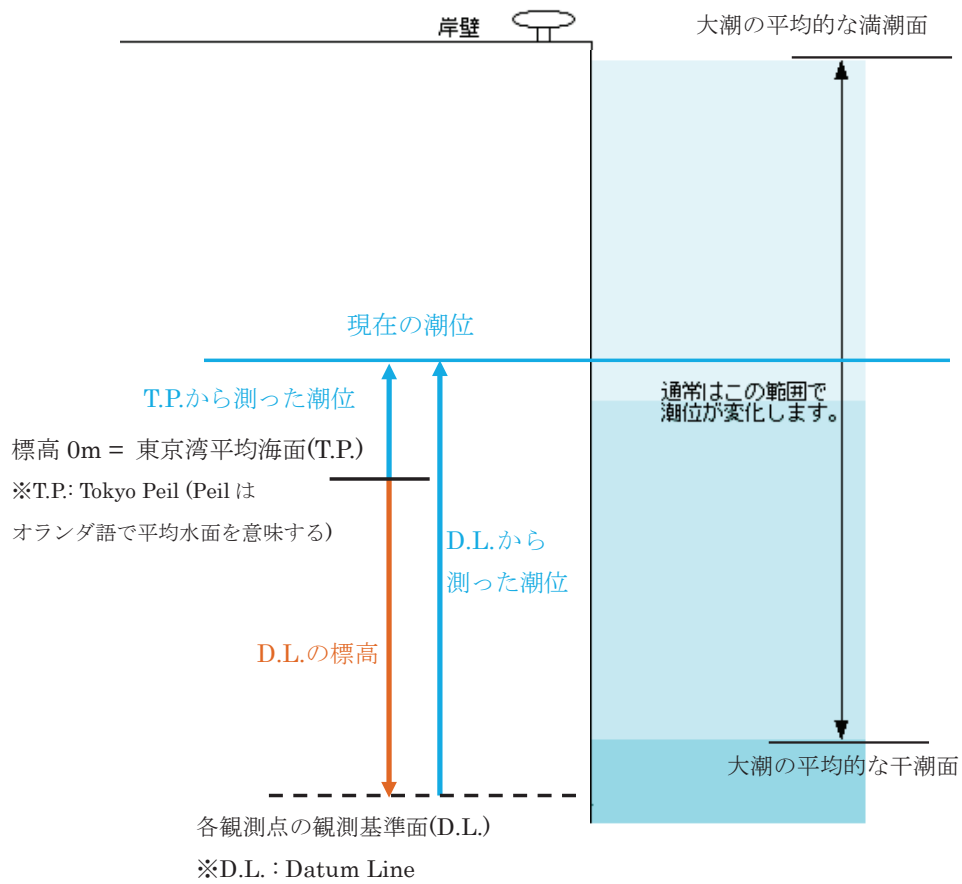
番号	津波予報区	都道府県	津波観測点名称	所属	緯度	経度	所在地
106	香川県	香川県	徳島海陽沖 *2	港湾局	33° 28'	134° 30'	香川県 高松市 北浜町
107	香川県	香川県	高松	気象庁	34° 21'	134° 03'	香川県 坂出市 与島町
108	香川県	香川県	坂出市与島港	港湾局	34° 23'	133° 49'	香川県 仲多度郡 多度津町 東浜
109	香川県	香川県	多度津港	港湾局	34° 17'	133° 45'	香川県 宇和島市 住吉3丁目
110	愛媛県	愛媛県	宇和島	気象庁	33° 14'	132° 33'	愛媛県 松山市 海岸通
111	愛媛県	愛媛県	松山	気象庁	33° 52'	132° 43'	愛媛県 松山市 海岸通
112	愛媛県	愛媛県	今治市小島	港湾局	34° 08'	132° 59'	愛媛県 今治市 室戸岬
113	高知県	高知県	室戸市室戸岬	気象庁	33° 16'	134° 10'	高知県 室戸市 室戸岬
114	高知県	高知県	高知	気象庁	33° 30'	133° 34'	高知県 高知市 浦戸
115	高知県	高知県	土佐清水	気象庁	32° 47'	132° 58'	高知県 土佐清水市 旭町3丁目
116	高知県	高知県	須崎港	港湾局	33° 23'	133° 18'	高知県 須崎市 浜町
117	山口県	山口県	下関市南風泊港	港湾局	33° 57'	130° 53'	山口県 下関市 彦島西山町3丁目
118	山口県	山口県	下関市彦島弟子待	港湾局	33° 56'	130° 56'	山口県 下関市 彦島弟子待町1丁目
119	山口県	山口県	徳山	海上保安庁	34° 02'	131° 48'	山口県 周南市 那智町
120	山口県	山口県	下関港長府	港湾局	34° 01'	131° 00'	山口県 下関市 長府町
121	山口県	山口県	宇部港	港湾局	33° 56'	131° 15'	山口県 宇部市 沖字部
122	山口県	山口県	三田尻中関港	港湾局	34° 02'	131° 35'	山口県 防府市 新田
123	福岡県	福岡県	苅田港	港湾局	33° 47'	130° 59'	福岡県 京都郡 苅田町 港町
124	福岡県	福岡県	北九州港青浜	港湾局	33° 57'	131° 01'	福岡県 北九州市 門司区 白野江
125	福岡県	福岡県	北九州市門司	港湾局	33° 57'	130° 57'	福岡県 北九州市 門司区 西海岸通1丁目
126	福岡県	福岡県	福岡市博多	海上保安庁	33° 37'	130° 24'	福岡県 福岡市 東区 東浜2丁目
127	福岡県	福岡県	北九州港日明	港湾局	33° 55'	130° 53'	福岡県 北九州市 小倉北区 西港町
128	有明・八代海	福岡県	大牟田市三池	日本コークス工業(株)	33° 01'	130° 25'	福岡県 大牟田市 三池港
129	有明・八代海	佐賀県	太良町大浦野崎	気象庁	32° 59'	130° 13'	佐賀県 藤津郡 太良町 大浦
130	有明・八代海	熊本県	三角	気象庁	32° 37'	130° 27'	熊本県 宇城市 三角町
131	有明・八代海	熊本県	八代港	港湾局	32° 31'	130° 34'	熊本県 八代市 港町
132	有明・八代海	熊本県	熊本港	港湾局	32° 45'	130° 34'	熊本県 熊本市 沖新町
133	有明・八代海	熊本県	天草市本渡港	港湾局	32° 26'	130° 13'	熊本県 天草市 大門
134	佐賀県北部	佐賀県	唐津港	港湾局	33° 28'	129° 58'	佐賀県 唐津市 二夕子
135	佐賀県北部	佐賀県	玄海町仮屋	国土地理院	33° 28'	129° 51'	佐賀県 東松浦郡 玄海町 仮屋
136	長崎県西方	長崎県	口之津	気象庁	32° 36'	130° 12'	長崎県 南島原市 口之津町
137	長崎県西方	長崎県	長崎	気象庁	32° 44'	129° 52'	長崎県 長崎市 松が枝町
138	長崎県西方	長崎県	福江島福江港	気象庁	32° 42'	128° 51'	長崎県 五島市 東浜町
139	長崎県西方	長崎県	佐世保	海上保安庁	33° 09'	129° 43'	長崎県 佐世保市 千尽町
140	長崎県西方	長崎県	長崎皇皇后	港湾局	32° 43'	129° 50'	長崎県 長崎市 小瀬戸町

第2.2.2表 続き

番号	津波予報区	都道府県	津波観測点名称	所属	緯度	経度	所在地
141	長崎県西方	長崎県	平戸市田平港	港湾局	33° 22'	129° 35'	長崎県 平戸市 田平町
142	壱岐・対馬	長崎県	対馬比田勝	気象庁	34° 39'	129° 29'	長崎県 対馬市 上対馬町
143	壱岐・対馬	長崎県	対馬市厳原	海上保安庁	34° 12'	129° 18'	長崎県 対馬市 厳原町
144	壱岐・対馬	長崎県	壱岐島郷ノ浦港	港湾局	33° 45'	129° 41'	長崎県 壱岐市 郷ノ浦町
145	熊本県天草灘沿岸	熊本県	苓北町都呂々	気象庁	32° 28'	130° 2'	熊本県 天草郡 苓北町 都呂々
146	大分県瀬戸内海沿岸	大分県	大分	海上保安庁	33° 16'	131° 41'	大分県 大分市 三佐
147	大分県瀬戸内海沿岸	大分県	別府港	港湾局	33° 18'	131° 30'	大分県 別府市 南石垣
148	大分県豊後水道沿岸	大分県	佐伯市松浦	気象庁	32° 57'	131° 58'	大分県 佐伯市 鶴見
149	宮崎県	宮崎県	日南市油津	気象庁	31° 35'	131° 25'	宮崎県 日南市 大節
150	宮崎県	宮崎県	宮崎港	港湾局	31° 54'	131° 27'	宮崎県 宮崎市 港1丁目
151	宮崎県	宮崎県	日向市細島	宮崎県	32° 27'	131° 40'	宮崎県 日向市 細島町
152	鹿児島県東部	鹿児島県	南大隅町大泊	海上保安庁	31° 1'	130° 41'	鹿児島県 肝属郡 南大隅町 佐多馬籠
153	鹿児島県東部	鹿児島県	志布志港	港湾局	31° 29'	131° 7'	鹿児島県 志布志市 志布志町
154	種子島・屋久島地方	鹿児島県	種子島熊野	気象庁	30° 28'	130° 58'	鹿児島県 熊毛郡 種子島町 坂井
155	種子島・屋久島地方	鹿児島県	種子島西之表	海上保安庁	30° 44'	131° 0'	鹿児島県 西之表市 西之表
156	奄美群島・トカラ列島	鹿児島県	奄美市小湊	気象庁	28° 19'	129° 32'	鹿児島県 奄美市 名瀬小湊
157	奄美群島・トカラ列島	鹿児島県	中之島	海上保安庁	29° 51'	129° 51'	鹿児島県 鹿児島郡 十島村 中之島
158	奄美群島・トカラ列島	鹿児島県	奄美市名瀬	海上保安庁	28° 24'	129° 30'	鹿児島県 奄美市 名瀬長浜町
159	鹿児島県西部	鹿児島県	鹿児島	気象庁	31° 35'	130° 34'	鹿児島県 鹿児島市 本港新町
160	鹿児島県西部	鹿児島県	枕崎	気象庁	31° 16'	130° 18'	鹿児島県 枕崎市 松之尾町
161	鹿児島県西部	鹿児島県	阿久根	国土地理院	32° 1'	130° 11'	鹿児島県 阿久根市 波留
162	沖縄本島地方	沖縄県	那覇	気象庁	26° 13'	127° 40'	沖縄県 那覇市 西
163	沖縄本島地方	沖縄県	南城市安座真	国土地理院	26° 11'	127° 49'	沖縄県 南城市 知念
164	大東島地方	沖縄県	南大東漁港	気象庁	25° 52'	131° 14'	沖縄県 島尻郡 南大東村 北
165	宮古島・八重山地方	沖縄県	宮古島平良	内閣府	24° 49'	125° 17'	沖縄県 宮古島市 平良西里
166	宮古島・八重山地方	沖縄県	石垣島石垣港	気象庁	24° 20'	124° 10'	沖縄県 石垣市 八島町2丁目
167	宮古島・八重山地方	沖縄県	与那国島久部良	気象庁	24° 27'	122° 57'	沖縄県 八重山郡 与那国町 久部良

*1 巨大津波観測計で観測した地点であることを示す

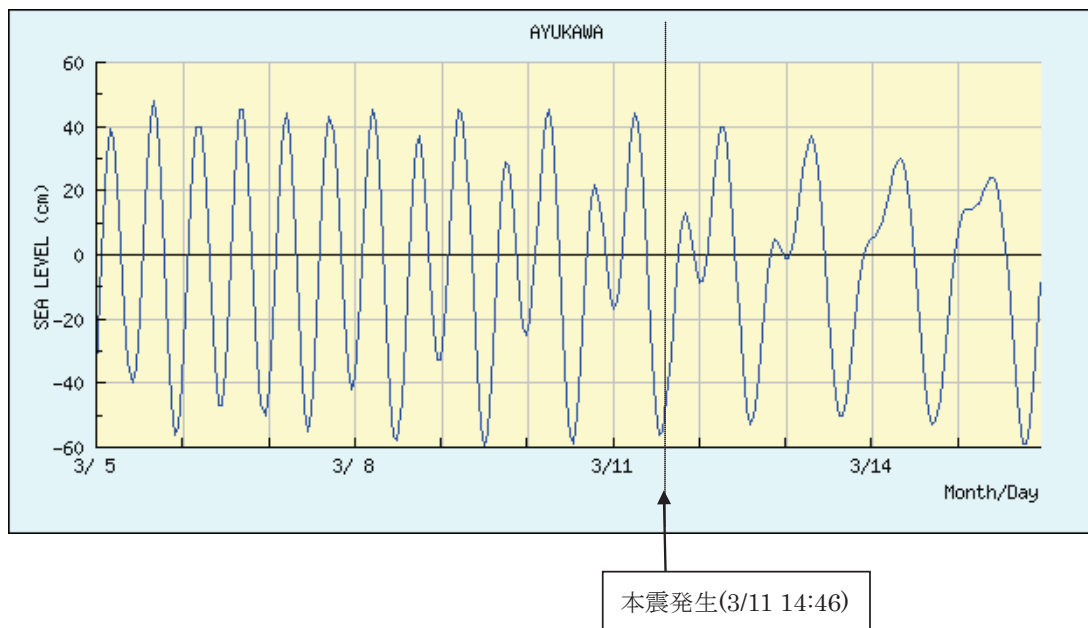
*2 GPS 波浪計の地点であることを示す



第2.2.3図 基準面関係図

D.L. から測った潮位に、D.L. の標高（通常、マイナスの値）を加えることで T.P.（標高 0m）から測った潮位に変換することができる。

$$\text{D.L. から測った潮位} + \text{D.L. の標高} = \text{T.P. から測った潮位}$$



第2.2.4図 石巻市鮎川の2011年3月5日～2011年3月15日の潮位予測（潮位は標高で表示）

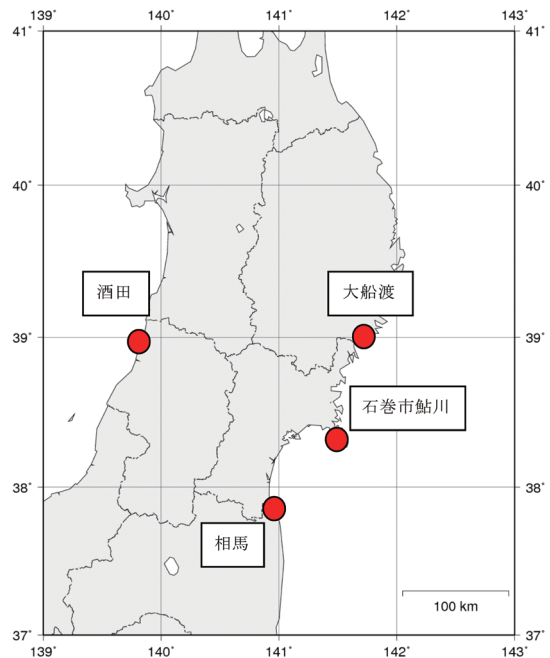
2.2.2 地震発生直後の潮位変化*

東北地方太平洋沖地震の断層面は長さ約450km,幅約200kmにも及ぶ巨大なもの(気象庁,2011a)で断層運動に伴う地殻変動も広域に及び,東北地方陸域で水平方向に最大約5m,上下方向に最大約1mに達する変動量が観測された(国土地理院,2011a).津波は地震の断層運動により生じた海底下における広範囲の地殻変動を発生源とするものであることと考えあわせると,東北地方太平洋沖地震による津波の波源域は東北地方太平洋沿岸にまで達していたと見なすことができ,東北地方太平洋沿岸の津波観測点のいくつかは,波源域の中に位置していたことになる.本項では,これらの津波観測点で観測された,地震発生直後の潮位変化について考察する.

大船渡(岩手県),石巻市鮎川(宮城県),相馬(福島県)(第2.2.5図)の気象庁の津波観測点における巨大津波観測計による,地震が発生してから巨大な津波が沿岸を襲うまでの潮位観測記録を第2.2.6図に示す.巨大津波観測計とは水圧式の津波計で,岸壁を超えるような高い津波でも振り切れることなく沿岸での津波の高さを測定することができる.これを見ると,地震発生直後から,各地において振幅50cm前後,周期数分程度の変動が記録されている.また,こうした細かい変動とは別に,大船渡や相馬では,地震発生後約20~40分にわたって緩やかな潮位の下降が見られる.これらの変動の原因について考察する.

まず,地震発生直後の海面の高さ変化の有無について考える.断層破壊の継続時間が3分程度であったことから,断層運動に伴い発生した大きな地殻変動は,数分程度で終了したと考えられる.一般に,津波発生時には,海底の地殻変動と同時に,その地殻変動に対応する水位変化が生じるとされており,数分程度で終了したと考えられる地殻変動により津波観測点自体が沈降したものの潮位の上昇が見られなかったことはこのことと整合している.

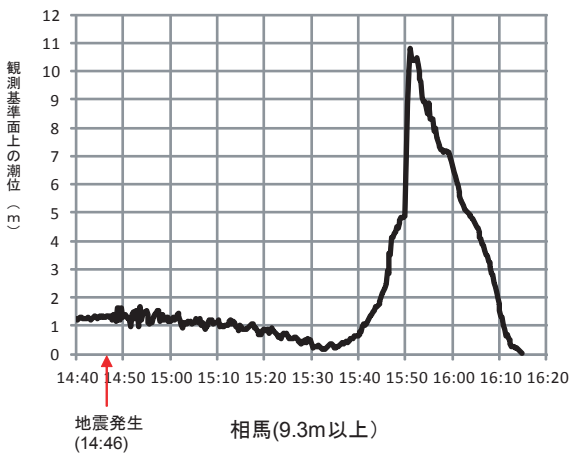
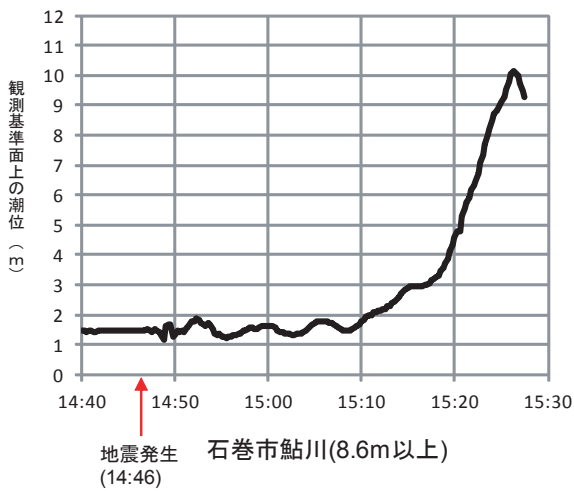
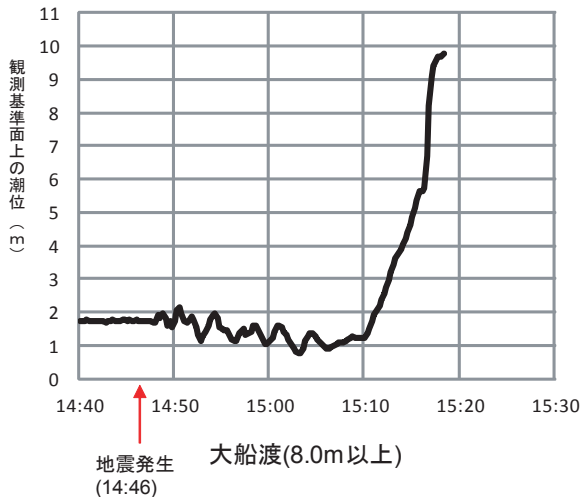
次に,地震発生直後に見られる周期数分程度の変動について考える.第2.2.7図は日本海側の酒



第2.2.5図 第2.2.6図,第2.2.7図に示した津波観測点の位置

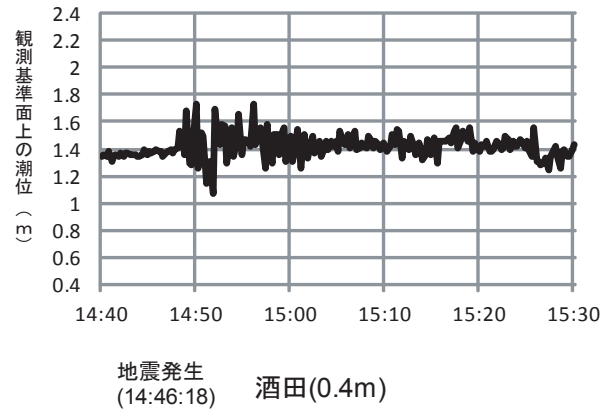
田における地震発生直後の潮位変化の記録であるが,ここでも地震発生直後,同様な変動が記録されていることが分かる.これらの津波観測点周辺の震度は,「大船渡市大船渡」震度観測点で6弱,「石巻市鮎川浜」震度観測点で6弱,「相馬市中村」震度観測点で6弱,「酒田市宮野浦」震度観測点で4と,いずれも大きな揺れが観測されている.地震発生直後日本海側に津波が到達したとは考えにくく,また日本海側では津波を発生させるだけの隆起や沈降は発生していないので,これらの潮位変動は,地震動そのものに起因するものと推測される.具体的には,地震動が湾や港など局所的な地形に固有な振動を励起させたのかも知れない.ただし,これはあくまで定性的な推論であり,結論を得るには定量的な評価が必要である.なお,過去にも,例えば2003年十勝沖地震等で,潮位観測点付近において大きな揺れが生じているが,この場合は今回のような変動は見られていない.巨大地震に特有の長い周期の地震波が影響しているのかも知れない.

* 地震火山部地震津波監視課 尾崎 友亮



第2.2.6図 大船渡(岩手県), 石巻市鮎川(宮城県), 相馬(福島県)における地震発生直後の潮位変化

各津波観測点における巨大津波計(水圧式)での観測記録。括弧内の数字は各観測点で記録された津波の高さの最大値。データが途中で断となり実際の最大値は不明のため、「～以上」と記載している。



第2.2.7図 酒田(山形県)における地震発生直後の潮位変化

巨大津波計(水圧式)での観測記録。括弧内の数字は同観測点で記録された津波の高さの最大値。

最後に、大船渡や相馬において地震発生後約20～40分にわたって見られる緩やかな潮位の下降について考える。第2.2.8図に、国土地理院のGPSから推定された地震発生直後の地面及び海底の隆起及び沈降の分布を示す(国土地理院, 2011b)。この図において、宮城県沖合の海溝軸付近を中心とした大きな隆起域、及びその西側に、陸域に達する大きな沈降域が推定されている。この沈降がすなわち、石巻市鮎川で1m程度の地盤の沈降をもたらしたものである。これらの隆起、沈降のパターンは、海溝型プレート境界地震に典型的に見られるもので、この地殻変動により生じた海面の上昇や下降が、すなわち津波の発生源となる。

第2.2.9図は、今回の津波をよく再現している藤井・佐竹モデル(Fujii *et al.*, 2011)における断層のずれを用いてOkada(1985)の式により推定された地殻変動量分布((独)建築研究所, 2011)であり、第2.2.8図と同様のパターンが見られる。この沈降域を見てみると、東北地方太平洋沿岸から沖合に向かうにつれて沈降量がやや大きくなり、その先で急激に隆起する様子が見られる。このような初期水位分布により発生した津波は、沿岸部ではまず引き波として、次いで高い津波として観測されることとなる。大船渡や相馬の緩やかな潮位の下降はこの引き波を表したものと考えら

れる。沖合に沿岸部よりも大きく沈降した領域がない場合はこうした緩やかな引き波は観測されず、石巻市鮎川において同様な引き波が見られなかったのはこのためと推測される。

以上から、東北地方太平洋沖地震において、東北地方沿岸の多くの津波観測点で見られた潮位変化のうち、周期数分程度のものは海底の地殻変動により励起された津波ではなく地震動そのもの起因するものである可能性がある一方、地震発生後約20～40分にわたって見られた緩やかな潮位の下降は津波の引き波が捉えられたものと解釈することが適当と考えられる。なお、この引き波がどの時刻から始まったかを潮位観測記録から判読することは困難であり、気象庁「平成23年3月地震・火山月報（防災編）」（気象庁,2011b）においては、第一波の始まりの時刻が特定できなかったとしている。なお石巻市鮎川については、地震発生後、周期10分弱程度の津波と思われる変

動が見られるが、この立ち上がりの時刻も、同様の理由から、特定は困難である。

本項で掲載した、大船渡、石巻市鮎川、相馬、酒田の潮位データはいずれも気象庁の巨大津波観測計によるもので、データのサンプリング間隔は5秒であり、フィルター処理は施していない。

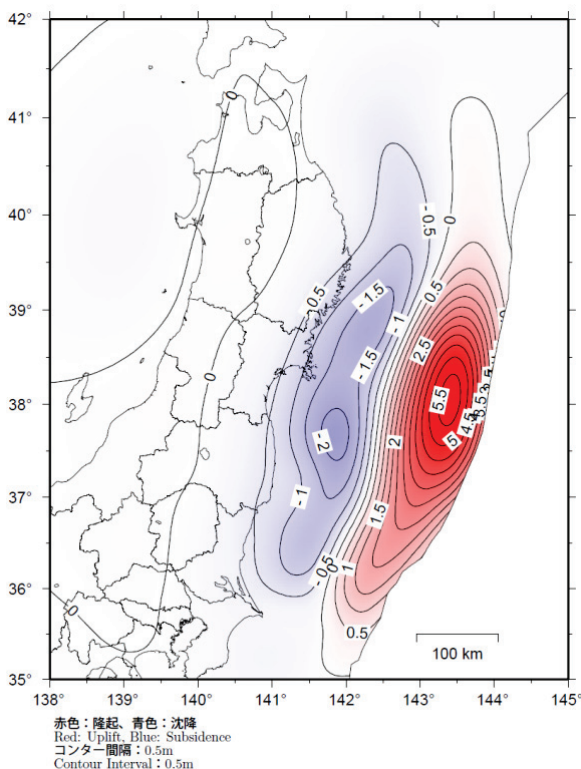
参 考 文 献

気象庁（2011a）：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震について（第28報），<<http://www.jma.go.jp/jma/press/1103/25b/201103251730.html>>（参照，2011-03-25）。

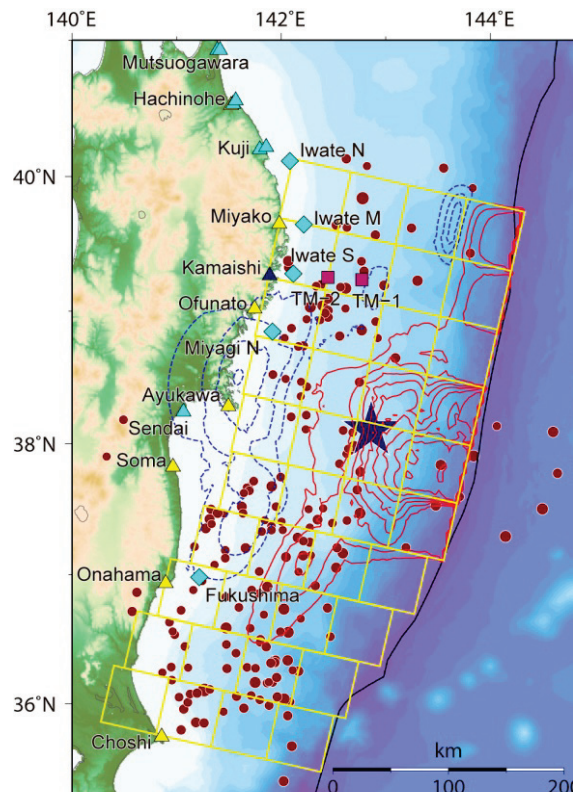
気象庁（2011b）：地震・火山月報（防災編）2011年3月，64-75。

国土地理院（2011a）：地震予知連絡会会報，86，205。

国土地理院（2011b）：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の地震時の滑り分布モデル，<http://www.gsi.go.jp/cais/chikakuhendo40007.html>。



第2.2.8図 リアルタイムGPSにより推定された地殻変動量分布（国土地理院，2011b）



第2.2.9図 藤井・佐竹モデル（Fujii et al., 2011）における地殻変動量の推定
等高線の間隔は赤の実線（隆起）が1.0m，青の点線（沈降）が0.5m。（独）建築研究所，2011）

(独) 建築研究所 (2011) : 2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の津波波源 (暫定結果, Ver.4.2と Ver.4.6) , http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/tsunami_ja.html.

Fujii, Y., K. Satake, S. Sakai, M. Shinohara and T. Kanazawa (2011) : Tsunami source of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Earth Planets Space*, **63**, 815-820.

Okada, Y. (1985) , Surface Deformation Due to Shear and Tensile Faults in a Half-Space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **75**, 1135-1154.

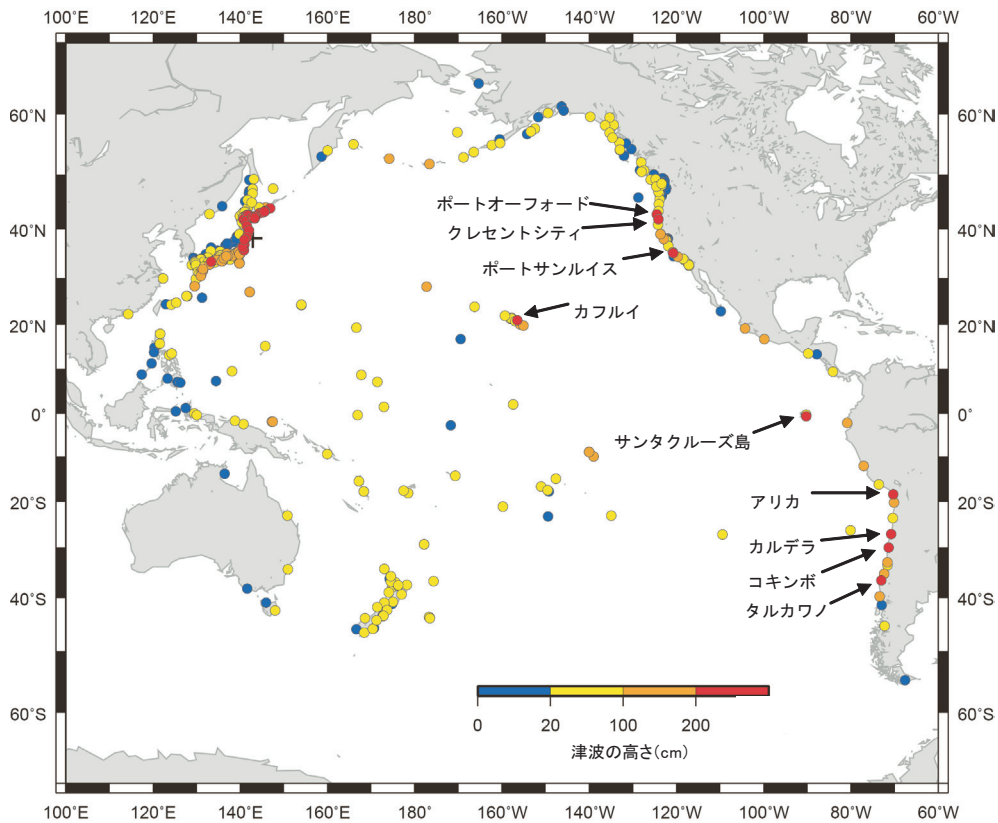
2.2.3 海外の津波観測状況*

太平洋沿岸諸国においても, クレセントシティ (米国) で 247cm, アリカ (チリ) で 245cm 等, 2m を越す津波を観測する所も多く見られた. 各国の沿岸での津波の観測状況を第 2.2.10 図, 第 2.2.3 表に示す.

また, DART** と呼ばれる海底津波計による沖合での津波の観測状況を第 2.2.11 図と第 2.2.4 表に示す. DART は, 海底に設置された水圧計で観測されたデータを洋上に浮かべたブイまで音響システムで送り, 沿岸局に衛星通信によって伝送するシステムである. 一般に津波の高さは水深が深いほど低くなるが, 例えば日本の東の沖合の D21418 (水深約 5700m) では, 外洋としては非常に高い 1m を超える津波が観測されている.

* 地震火山部地震津波監視課

** 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. 2003 年以降米国海洋大気庁 (NOAA) 等により設置が進められている.



第 2.2.10 図 海外の検潮所で観測された津波の高さ（最大値）

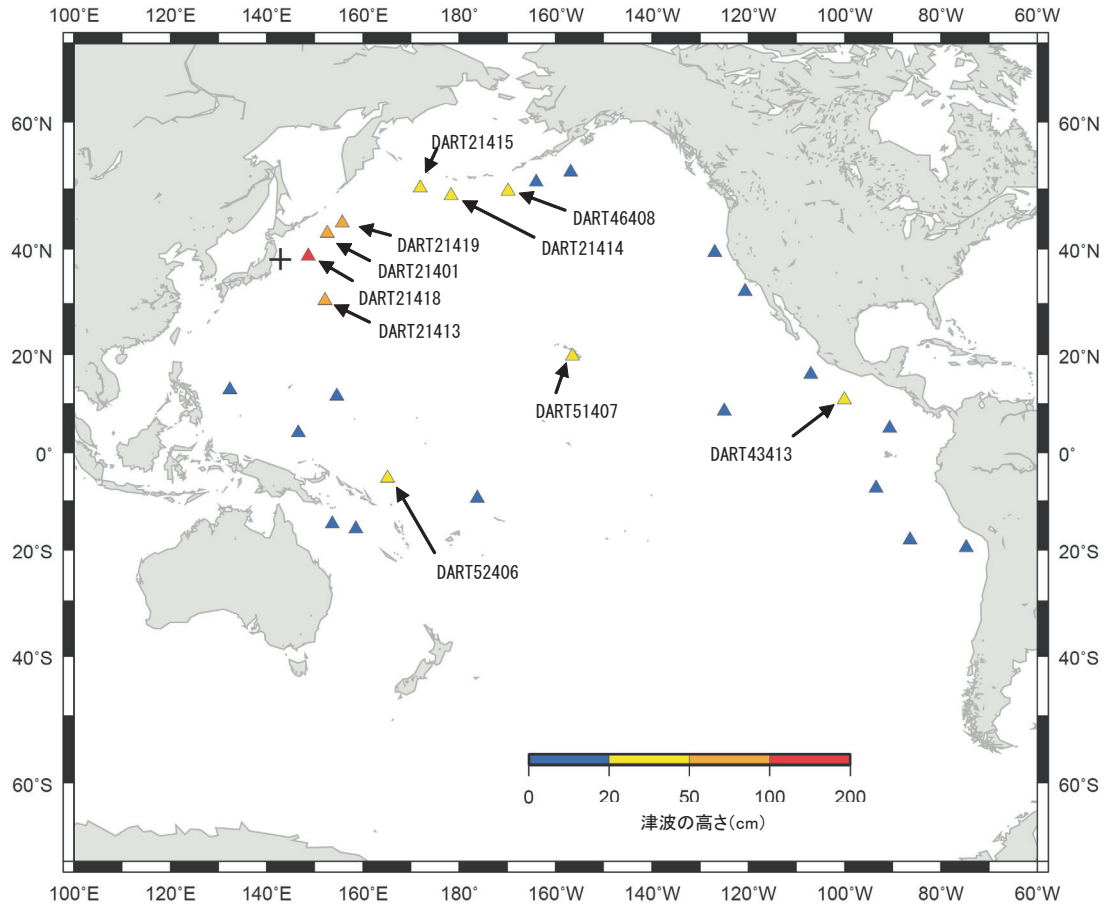
日本国内の観測値は気象庁による読み取り値。海外の観測値は米国地球物理学データセンター（NGDC）による読み取り値。

高さ 200cm 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。

第 2.2.3 表 主な観測点の観測値（100cm 以上）

平成 24 年 1 月 26 日現在

観測点名	国名	津波の高さ (cm)	観測点名	国名	津波の高さ (cm)
クレセントシティ	アメリカ	247	ミッドウェイ諸島	アメリカ	157
アリカ	チリ	245	ヌク・イヴァ島	フランス領ポリネシア	156
コキンボ	チリ	242	アリーナ湾	アメリカ	155
サンタクルーズ島	エクアドル	226	パルパライソ	チリ	154
カルデラ	チリ	214	ラ・プンタ	ペルー	144
タルカワノ	チリ	209	イヴァオア島	フランス領ポリネシア	139
ポートオーフォード	アメリカ	202	ポイントレイズ	アメリカ	135
ポートサンルイス	アメリカ	202	ヒロ	アメリカ	133
カフルイ	アメリカ	200	ヌクアロファ	トンガ	124
コンステイトウシオン	チリ	193	アダック	アメリカ	110
ポイントアリーナ	アメリカ	174	ロンブラム	パプアニューギニア	108
マンサニヨ	メキシコ	170	アカブルコ	メキシコ	105
ラ・リベルター	エクアドル	161	イキケ	チリ	104
モロベイ	アメリカ	160	カワイハエ	アメリカ	104
コラル	チリ	159	マヌス島	パプアニューギニア	103
シェミア島	アメリカ	157	サンタバーバラ	アメリカ	102



第 2.2.11 図 DART で観測された津波の高さ（最大値）
 観測値は米国地球物理学データセンター（NGDC）による読み取り値。
 高さ 20cm 以上を観測した DART ブイについては観測点名を表記。

第 2.2.4 表 主な観測点の観測値（100cm 以上）
 平成 24 年 1 月 26 日現在

観測点名	緯度	経度	津波の高さ (cm)	観測点名	緯度	経度	津波の高さ (cm)
DART21418	北緯 38.710°	東経 148.670°	178	DART51425	南緯 9.493°	西経 176.245°	14
DART21413	北緯 30.550°	東経 152.117°	74	DART52403	北緯 4.030°	東経 146.600°	13
DART21401	北緯 42.617°	東経 152.583°	67	DART32413	南緯 7.397°	西経 93.500°	13
DART21419	北緯 44.455°	東経 155.736°	54	DART32411	北緯 4.923°	西経 90.685°	11
DART51407	北緯 19.634°	西経 156.507°	31	DART52402	北緯 11.575°	東経 154.588°	11
DART21414	北緯 48.942°	東経 178.270°	27	DART32401	南緯 19.548°	西経 74.814°	10
DART21415	北緯 50.173°	東経 171.837°	27	DART46403	北緯 52.650°	西経 156.940°	10
DART46408	北緯 49.626°	西経 169.871°	22	DART46412	北緯 32.246°	西経 120.698°	10
DART43413	北緯 10.840°	西経 100.085°	20	DART32412	南緯 17.975°	西経 86.392°	9
DART52406	南緯 5.330°	東経 165.081°	20	DART52405	北緯 12.880°	東経 132.334°	7
DART46411	北緯 39.340°	西経 127.007°	19	DART55012	南緯 15.800°	東経 158.500°	4
DART51406	北緯 8.489°	西経 125.006°	18	DART55023	南緯 14.803°	東経 153.585°	4
DART43412	北緯 16.034°	西経 107.001°	15	DART46402	北緯 51.069°	西経 164.011°	1

2.3 沖合津波観測値からの逆伝播で推定した津波波源域*

沖合で津波を捉えることがある観測施設には、海岸から観測点までの一般的な距離が長い順に、DART式ブイ (González *et al.*, 2005)、深海設置タイプのケーブル式海底水圧計 (藤沢ほか, 1986; Kanazawa and Hasegawa, 1997; Hirata *et al.*, 2002)、リアルタイムキネマチックGPS (RTK-GPS)方式のGPS波浪計 (Kato *et al.*, 2005)、水圧計又は水象計による沿岸波浪観測施設 (永井, 1998) などがある。

東北地方太平洋沖地震では、海岸付近の浅い海域における津波への複雑な影響を受けにくい沖合の観測施設で津波が多く捉えられている。本節では、それらの観測値を用いて津波波源を求めた Hayashi *et al.* (2011) の方法と結果の概要を示す。

まず、北海道から関東地方にかけての太平洋沿岸及び沖合のDART式ブイ3点、深海設置タイプのケーブル式海底水圧計6点、RTK-GPS方式のGPS波浪計6点と沿岸波浪観測点6点の計21点において得られた観測成果を収集し、沖合の各観測施設による津波の各相の出現時刻を読取った (第2.3.1図)。その際、比較的周期の長い波と周期の短い波が重なる波形があるため、各波形を比べることにより、比較的小さい水位変化を第一波の山とはみなさないなど、なるべく一貫性のある相の読み取りをしている。

次に、津波逆伝播解析の方法を第一波の到達時刻について適用して、各観測点からの逆伝播線を求めた。これは、浅水長波の仮定から導かれる位相速度 (重力加速度と水深の積の平方根に等しい) で津波が伝わると仮定した方法である。例えば、ある観測点Aに、地震発生から一定時間T後に津波が到達したならば、Aに到達した津波の先端が地震発生時刻において存在すべき場所は、Aから最短時間Tで津波が到達できる場所である。そういう場所は曲線 (逆伝播線) 上のどこかである。多数の観測点について逆伝播線を描くことで、逆伝播線で囲まれた範囲が地震発生時に生じた津波の波源の拡がりであると分かる。

ただし、長大な断層では本震発生時刻 (震源時) と津波形成時刻の差が無視できない (Seno and Hirata, 2007) ので、津波第一波の走時に一般的な断層破壊伝播速度 (2km/s) を考慮した補正を施して計算した。また、地震動の始まりとほぼ同時に海水面が沈降する変化があった観測点は、観測点が津波波源域に含まれているためだと解釈した。

結果として、東北地方太平洋沖地震の津波波源域は、岩手県沖から福島県沖に及び、東端は日本海溝付近、最大幅約200km、最大長約500kmであることが分かった (第2.3.2図)。

同様に、GPS波浪計と深海設置タイプのケーブル式海底水圧計での津波第一波の山の出現時刻について、津波逆伝播解析の方法を適用した。ほぼ全ての逆伝播線が震央と日本海溝の間の狭い領域を通過する (第2.3.3図)。このことは、この狭い領域付近に、津波波源域内で顕著な海面隆起が存在していた可能性があることを示している。

参 考 文 献

- 藤沢 格・立山清二・舟崎 淳 (1986) : 房総沖海底地震常時観測システムの概要。測候時報, **53**, 127-166.
- González, F. I., E. N. Bernard, C. Meinig, M. C. Ebel, H. O. Mofjeld, and S. Stalin (2005) : The NTHMP tsunameter network. *Nat. Hazards*, **35**, 25-39, doi:10.1007/s11069-004-2402-4.
- Hayashi, Y., H. Tsushima, K. Hirata, K. Kimura, and K. Maeda (2011) : Tsunami source area of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake determined from tsunami arrival times at offshore observation stations. *Earth Planets Space*, **63**, 809-813.
- Hirata, K., M. Aoyagi, H. Mikada, K. Kawaguchi, Y. Kaiho, R. Iwase, S. Morita, I. Fujisawa, H. Sugioka, K. Mitsuzawa, K. Suyehiro, H. Kinoshita, N. Fujiwara (2002) : Real-time geophysical measurements on the deep seafloor using submarine cable in the southern Kurile subduction zone. *IEEE J. Ocean Eng.*, **27**, 170-181.
- Kanazawa, T. and A. Hasegawa (1997) : Ocean-bottom

* 気象研究所地震火山研究部 林 豊, 対馬 弘晃, 平田 賢治, 木村 一洋, 前田 憲二

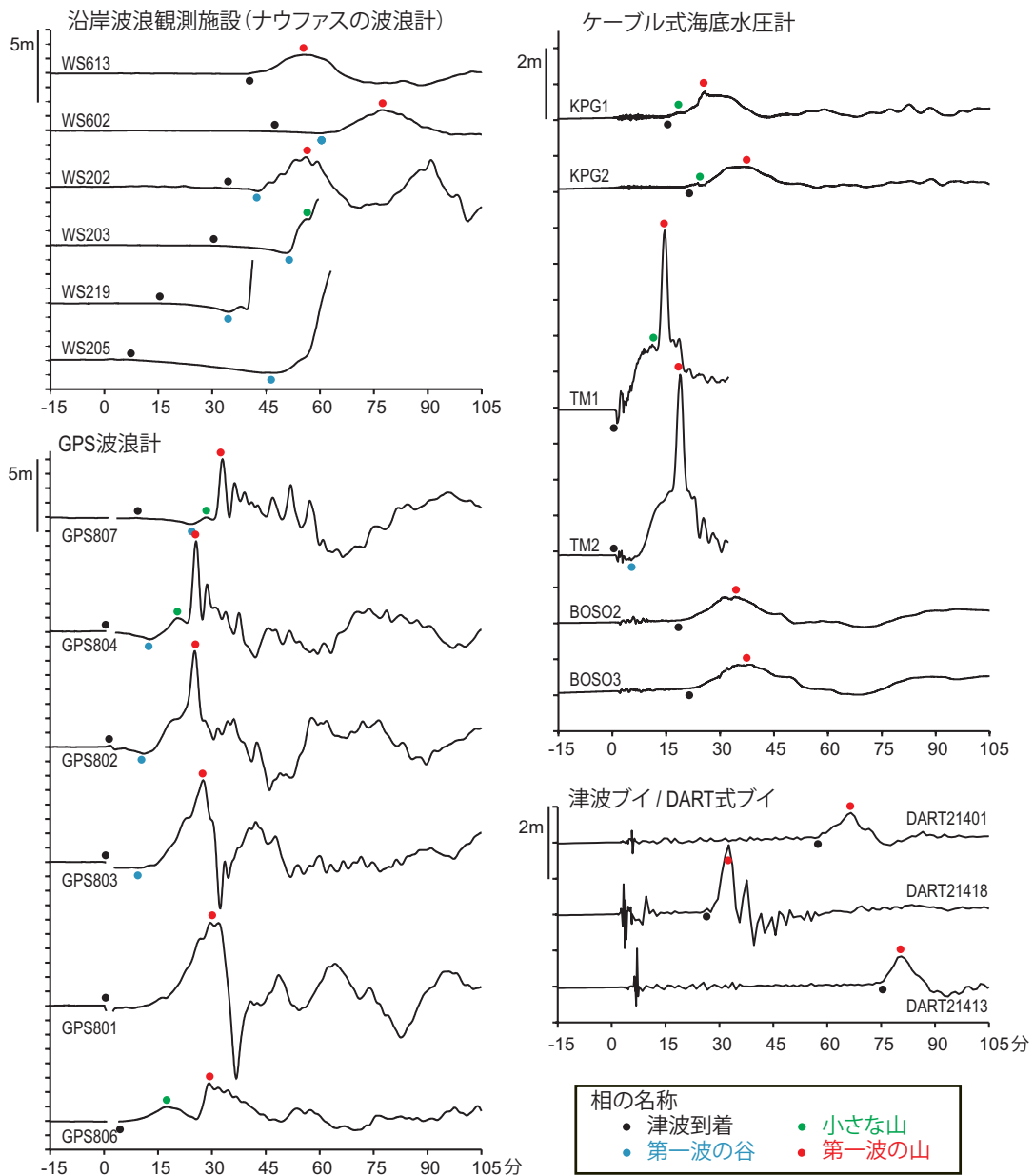
observatory for earthquakes and tsunami off Sanriku, north-eastern Japan using submarine cable. Proceedings of International Workshop on Scientific Use of Submarine Cables, 208-209.

Kato, T., Y. Terada, K. Ito, R. Hattori, T. Abe, T. Miyake, S. Koshimura, and T. Nagai (2005) : Tsunami due to the 2004 September 5th off the Kii Peninsula earthquake, Japan, recorded by a new GPS buoy. Earth Planets

Space, **57**, 279-301.

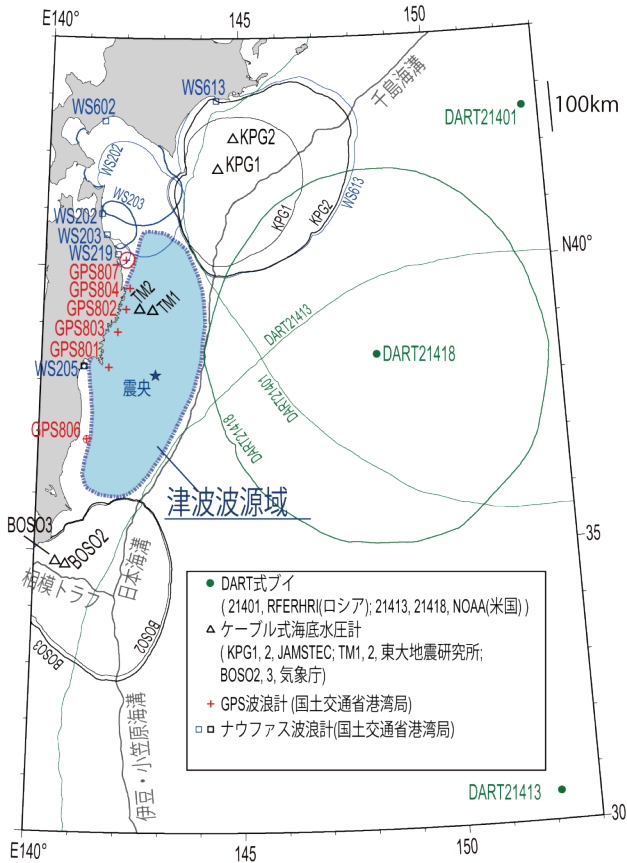
永井紀彦 (1998) : ナウファス (全国港湾海洋波浪情報網) の現況と今後の課題, 土木学会, 土木学会論文集 (第6部門), 609 (VI-41), 1-14.

Seno, T., and K. Hirata (2007) : Did the 2004 Sumatra-Andaman earthquake involve a component of tsunami earthquakes? Bull. Seismol. Soc. Am., **97**, S296-S306.



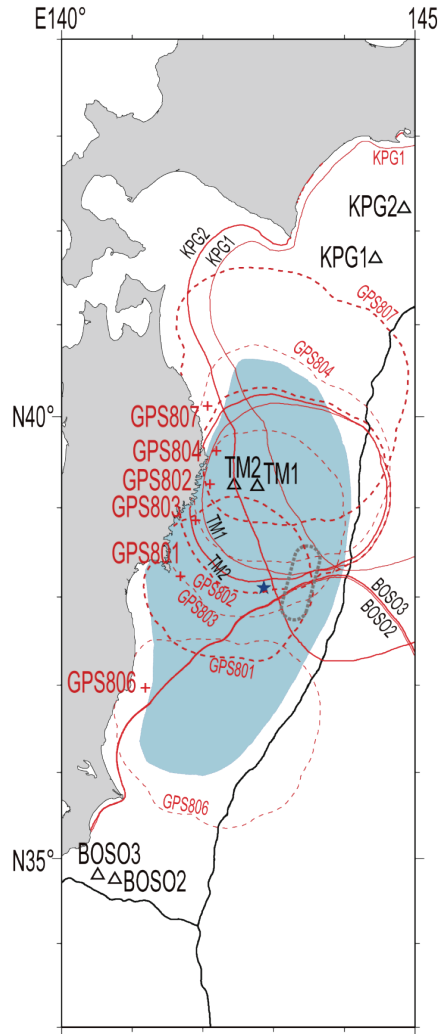
第 2.3.1 図 各種の沖合津波観測施設で観測された東北地方太平洋沖地震の津波波形

天文潮汐成分と、周期 2 分以下の成分を除去する処理後の波形である。観測施設の配置と運用機関は第 2.3.2 図に示す通り。Hayashi *et al.* (2011) の図を元に作成。



第 2.3.2 図 沖合観測点における津波第一波到着時刻の逆伝播から求めた東北地方太平洋沖地震の津波波源域

Hayashi *et al.* (2011) の図を元に作成.



- ★ 震央と津波波源域
- 第一波の山からの津波逆伝播
- ケーブル式海底水圧計による
- - - GPS波浪計による
- ○ ○ ほとんどの逆伝播線が通過する領域

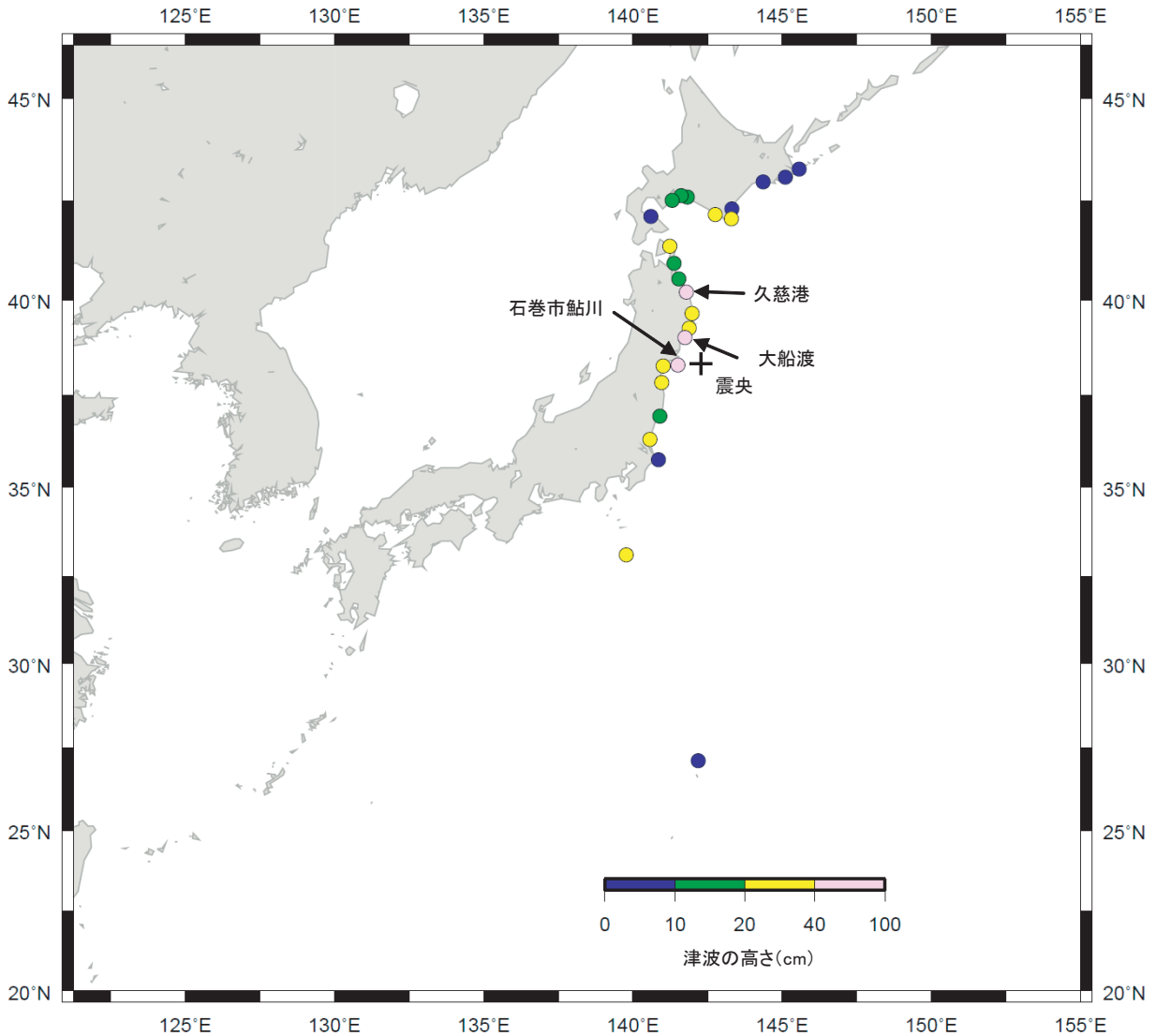
第 2.3.3 図 沖合観測点における第一波の山の時刻の津波逆伝播から推定した東北地方太平洋沖地震による顕著な海面上昇域の可能性がある場所
Hayashi *et al.* (2011) の図を元に作成.

2.4 本震発生前の地震活動による津波の観測状況*

3月9日11時45分にM7.3の地震、3月10日06時23分にM6.8の地震が発生し、それぞれ津

波を観測した。これらの地震による津波の観測状況を第2.4.1～3図、第2.4.1～2表に示す。

3月9日の地震では沿岸の津波観測施設だけでなく、沖合のGPS波浪計でも津波が観測された。



第2.4.1図 3月9日11時45分に発生した三陸沖の地震（M7.3）により観測された津波の高さ

観測値は気象庁による読み取り値。

観測施設には、国土交通省港湾局、海上保安庁、国土地理院の検潮所を含む。

高さ40cm以上を観測した点については観測点名を表記。

本資料中の観測点名は、津波情報で発表する観測点名称を用いている。

* 地震火山部地震津波監視課，地球環境・海洋部海洋気象課

第2.4.1表 3月9日11時45分に発生した三陸沖の地震(M7.3)により津波が観測された観測点の観測値

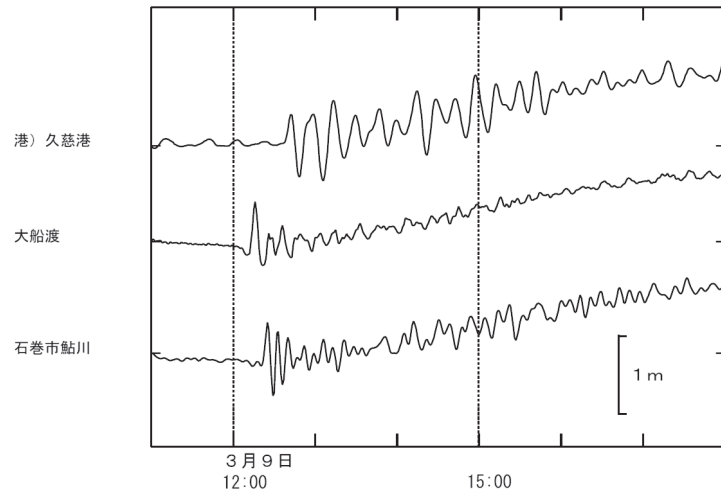
都道府県	津波観測点名	第一波		最大の高さの波		所属
		始まり	押し + 引き -	時刻	高さ	
		日 時 分		日 時 分		
北海道	えりも町庶野 *2	9 12 43	+0.1 m	9 14 3	0.3 m	気象庁
	浦河	9 12 -	-	9 13 36	23 cm	国土交通省港湾局
	苫小牧西港	9 - -	-	9 13 14	16 cm	国土交通省港湾局
	白老港	9 12 32	+5 cm	9 16 32	16 cm	国土交通省港湾局
	苫小牧東港	9 13 10	+6 cm	9 17 10	14 cm	国土交通省港湾局
	渡島森港	9 13 21	+5 cm	9 13 44	9 cm	国土交通省港湾局
	釧路	9 12 47	+5 cm	9 17 20	7 cm	気象庁
	浜中町霧多布港	9 - -	-	9 13 54	7 cm	国土交通省港湾局
	十勝港	9 - -	-	9 13 36	7 cm	国土交通省港湾局
	根室市花咲	9 13 2	-7 cm	9 14 55	6 cm	気象庁
青森県	むつ市関根浜	9 12 57	+5 cm	9 13 9	21 cm	気象庁
	むつ小川原港	9 12 42	+9 cm	9 15 3	18 cm	国土交通省港湾局
	八戸	9 12 54	+6 cm	9 13 47	13 cm	気象庁
岩手県	大船渡	9 12 3	-13 cm	9 12 16	55 cm	気象庁
	久慈港	9 12 38	+34 cm	9 13 13	46 cm	国土交通省港湾局
	釜石	9 12 6	-10 cm	9 12 19	35 cm	海上保安庁
	宮古	9 12 7	-4 cm	9 13 4	28 cm	気象庁
宮城県	石巻市鮎川	9 12 10	-8 cm	9 12 25	48 cm	気象庁
	仙台港	9 12 56	+23 cm	9 12 59	23 cm	国土交通省港湾局
福島県	相馬	9 12 58	+21 cm	9 13 3	21 cm	国土地理院
	いわき市小名浜	9 12 38	+7 cm	9 15 6	17 cm	気象庁
茨城県	大洗 *2	9 12 47	+0.1 m	9 18 49	0.2 m	気象庁
千葉県	銚子	9 12 40	+5 cm	9 14 30	8 cm	気象庁
東京都	父島二見	9 13 31	+2 cm	9 13 50	6 cm	気象庁

GPS波浪計 の観測値	気仙沼広田湾沖 *1	9 11 51	-0.1 m	9 12 7	0.2 m	国土交通省港湾局
	宮城金華山沖 *1	9 11 59	(-) 微弱	9 12 13	0.1 m	国土交通省港湾局
	岩手釜石沖 *1	9 11 55	(-) 微弱	9 12 6	0.1 m	国土交通省港湾局
	岩手宮古沖 *1	9 12 7	+0.1 m	9 12 10	0.1 m	国土交通省港湾局
	福島小名浜沖 *1	9 - -	-	9 13 25	0.1 m	国土交通省港湾局

- は値が決定できないことを示す

*1 は GPS 波浪計により観測された海面昇降を検潮所の観測値と同じ手法で読み取った値を示す (観測単位は 0.1m)

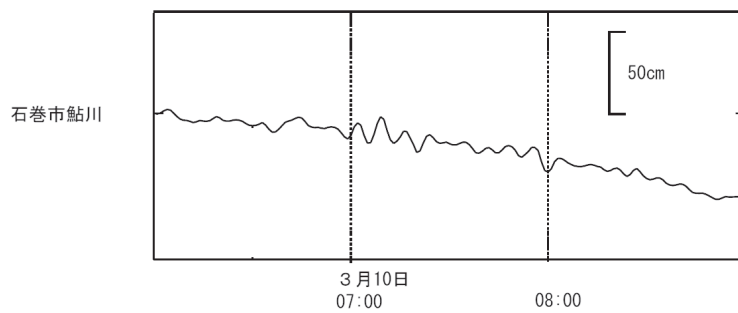
*2 は巨大津波観測計により観測されたことを示す (観測単位は 0.1m)



第 2.4.2 図 主な津波観測施設の津波波形（40cm 以上）
 港）は国土交通省港湾局の観測点，無印は気象庁の観測

第 2.4.2 表 3 月 10 日 06 時 23 分に発生した三陸沖の地震（M6.8）により津波が観測された観測点の観測値

都道府県	津波観測点名	第一波		最大の高さの波		所属
		始まり	押し + 引き -	時刻	高さ	
		日 時 分		日 時 分		
宮城県	石巻市鮎川	10 - -	-	10 7 9	11cm	気象庁

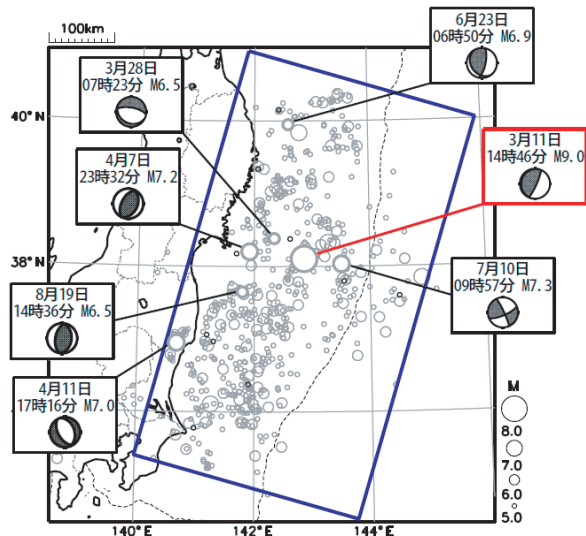


第 2.4.3 図 石巻市鮎川観測点の津波波形

2.5 余震活動による津波の観測状況*

東北地方太平洋沖地震が発生してから1時間の間に、岩手県沖でM7.4 (15:08)、茨城県沖でM7.6 (15:15)、三陸沖でM7.5 (15:25)の地震が発生していた。本震による津波が非常に大きかったため、これらの余震による津波は観測記録からははっきりとは分らないが、特に15:08と15:15の地震は、震源位置・深さ、マグニチュード、メカニズム(逆断層)を考えると、沿岸に大きな津波をもたらし得る規模のものであり、これらの地震により津波が発生し、本震による津波の後続波に影響したことも考えられる。

その後の余震活動(第1.8節参照)の中で津波警報・注意報を発表した余震は6回発生した(第2.5.1表, 第2.5.1図, 2012年1月末時点)。そのうち津波を観測した地震は2011年7月10日に発生した三陸沖の地震のみであった。



第2.5.1図 震央分布図(2011年3月11日～2012年1月31日, M ≥ 5.0, 深さ90km以浅)
本震及び津波警報・注意報を発表した余震に吹き出しを付記。

第2.5.1表 東北地方太平洋沖地震以降、津波警報・注意報を発表した地震

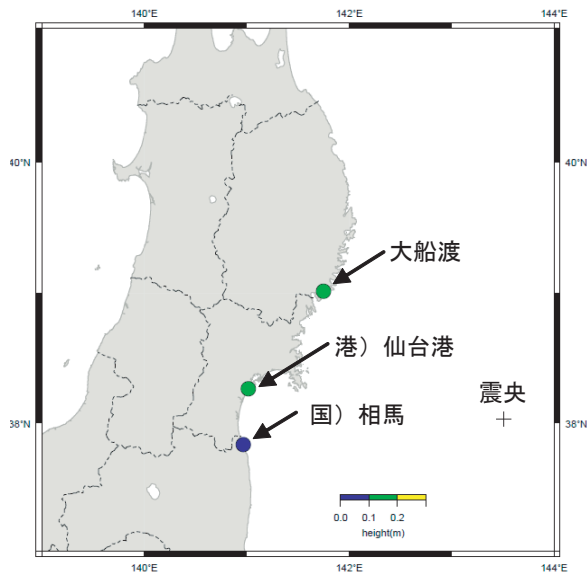
発現日時		震央地名	M	深さ(km)	最大震度	発表した津波警報・注意報		津波観測	
						発表	解除		
2011年3月28日	07時23分	宮城県沖	6.5	32	5弱	07時27分	【津波注意報】 宮城県	09時05分	—
2011年4月7日	23時32分	宮城県沖	7.2	66	6強	23時34分	【津波警報(津波)】 宮城県 【津波注意報】 青森県太平洋沿岸, 岩手県, 福島県	4月8日 00時05分	—
2011年4月11日	17時16分	福島県浜通り	7.0	6	6弱	17時18分	【津波警報(津波)】 茨城県 【津波注意報】 岩手県, 宮城県, 福島県, 千葉県九十九里・外房	18時05分	—
2011年6月23日	06時50分	岩手県沖	6.9	36	5弱	06時53分	【津波注意報】 岩手県	07時45分	—
2011年7月10日	09時57分	三陸沖	7.3	34	4	10時00分	【津波注意報】 岩手県, 宮城県, 福島県	11時45分	○
2011年8月19日	14時36分	福島県沖	6.5	51	5弱	14時38分	【津波注意報】 宮城県, 福島県	15時15分	—

* 地震火山部地震津波監視課, 地球環境・海洋部海洋気象課

2.5.1 7月10日に発生した三陸沖の地震

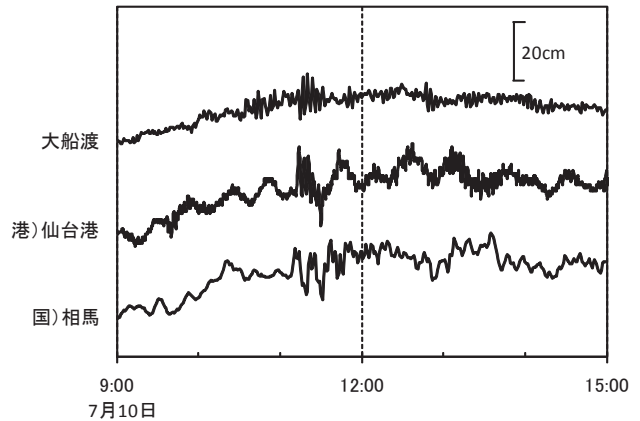
2011年7月10日09時57分に三陸沖でM7.3の地震が発生した。この地震の発震機構(CMT解)は西北西-東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、太平洋プレート内部で発生した。気象庁は、

同日10時00分に岩手県、宮城県、福島県に対して津波注意報を発表した(同日11時45分解除)。津波は、岩手県、宮城県及び福島県で観測され、観測された津波の最大の高さは仙台港の12cmであった(第2.5.2図、第2.5.3図、第2.5.2表)。



第2.5.2図 津波観測施設で観測した津波の最大の高さ(津波を観測した地点のみ表示)

※ 津波情報で発表する観測点名称を用いている。



第2.5.3図 津波が観測された津波観測施設の津波波形(港)は国土交通省港湾局、(国)は国土地理院、無印は気象庁の観測点

第2.5.2表 津波観測施設の津波観測値

仙台港は国土交通省港湾局の観測点であるが、気象庁が臨時に観測装置を設置して観測表中の値は速報値であり、後日変更される場合がある。表中の「-」は値が決定できないことを示す。

観測地点	第一波		最大の高さ		所属
	始まり	押し + 引き -	時刻	高さ	
	日 時 分		日 時 分		
大船渡	10 11 -	-	10 11 20	10 cm	気象庁
仙台港	10 11 12	+12 cm	10 11 13	12 cm	国土交通省港湾局
相馬	10 11 9	+6 cm	10 11 37	9 cm	国土地理院