

2011 年東北地方太平洋沖地震津波の高水位域外海海岸における津波高の調査

阿 部 邦 昭*

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震津波は岩手、宮城、福島の 3 県を中心に、1896 年と 1933 年の三陸津波のような小規模地形での高水位と、1960 年チリ地震津波の長周期湾での高水位の両方の性質を併せ持つて現れた。これを解釈する上で重要なことは、津波の波源に由来する性質を理解することである。一般に海岸で観測される津波は本来の津波が海岸に到達して海岸と相互作用を起こした結果である。本来の津波を知るためにはできるだけ海岸に到達しても変形の少ない津波を観測することが求められる。そのため海岸と相互作用の影響の少ない外海に面した単純な地形の海岸を選んで水位分布の調査を行った。

2. 方法

外海に面した海岸でかつ津波の高さをしのぐ山が海岸に迫っている地点を選んで、痕跡から最大水位を求める。これを広範囲で行う

ことで、海岸地形の影響の少ない津波の水位分布を知ることができる。津波の水位は痕跡の中から最高のレベルのものを拾い出し、その時刻の海面からの高さを求め、海面の潮位による変化を補正をして、TP 値として水位を求めるものである。この値は津波来襲時の海面からの高さとは一致しないが、最大の高さに到達した時刻が不明な時に客観的に認識できる量である。そのレベルはハンドレベルとメジャーを使って測定した。海面を参照した時刻を記録しておいて、潮位表を使って最寄りの検潮所のその時刻での水位をもとに TP 値に換算する。調査の時点で津波から約 2 年が経過しているが痕跡はよく残っている。

3. 結果

測定の対象とした海岸は岩手県田野畑村島越を北端として、福島県いわき市塩屋崎を南端とする太平洋沿岸である。測定は 2013 年 3 月 4 日から 17 日にかけて行われた。測定点の位置、測定日、測定値などを表 1 に示す。

表 1 測定点の番号、地名、位置、測定値 (TP 値, m)、測定値信頼度

No	place	latitude	longitude	max height	reliability
		d:m:s N	d:m:s E	m	A,B,C
1	Shimakoshi1	39:54:52	141:56:26	23.87	A
2	Shimakoshi2	39:54:49	141:56:38	23.06	B
3	Shogetsu	39:42:06	141:58:14	26.58	B
4	Tatehama	39:38:04	142:01:21	20.31	B
5	Osawa	38:47:30	141:31:39	20.11	A
6	Natari	38:43:18	141:33:28	14.9	A
7	Aikawa	38:36:16	141:30:03	20.04	B
8	Shichigahama	38:17:45	141:04:29	14.33	B
9	Kitamachi	37:42:37	141:00:36	15.99	B
10	Tairanumanochi1	37:00:40	140:58:31	9.07	B
11	Tairanumanochi2	37:00:24	140:58:42	12.49	B
12	Toyoma port	36:59:34	140:58:38	11.88	B

* 950-0964 新潟市中央区網川原 2-28-41

これを地図上に示したのが図 1 である。津波痕跡の内容はビニールの布、発泡スチロール、木片、紙片の残存、枯れ木の整列、土砂の洗掘などである。この結果では宮古市松月の 26.6 m が最も高く、次に田野畑村島越の 23.9

m がこれに次ぎ、南下するとともに低くなり、いわき市富神崎北部の 9.1 m が最低値である。測定点の海岸に対する位置関係を各点ごとに図 2 から図 11 にかけて示す。

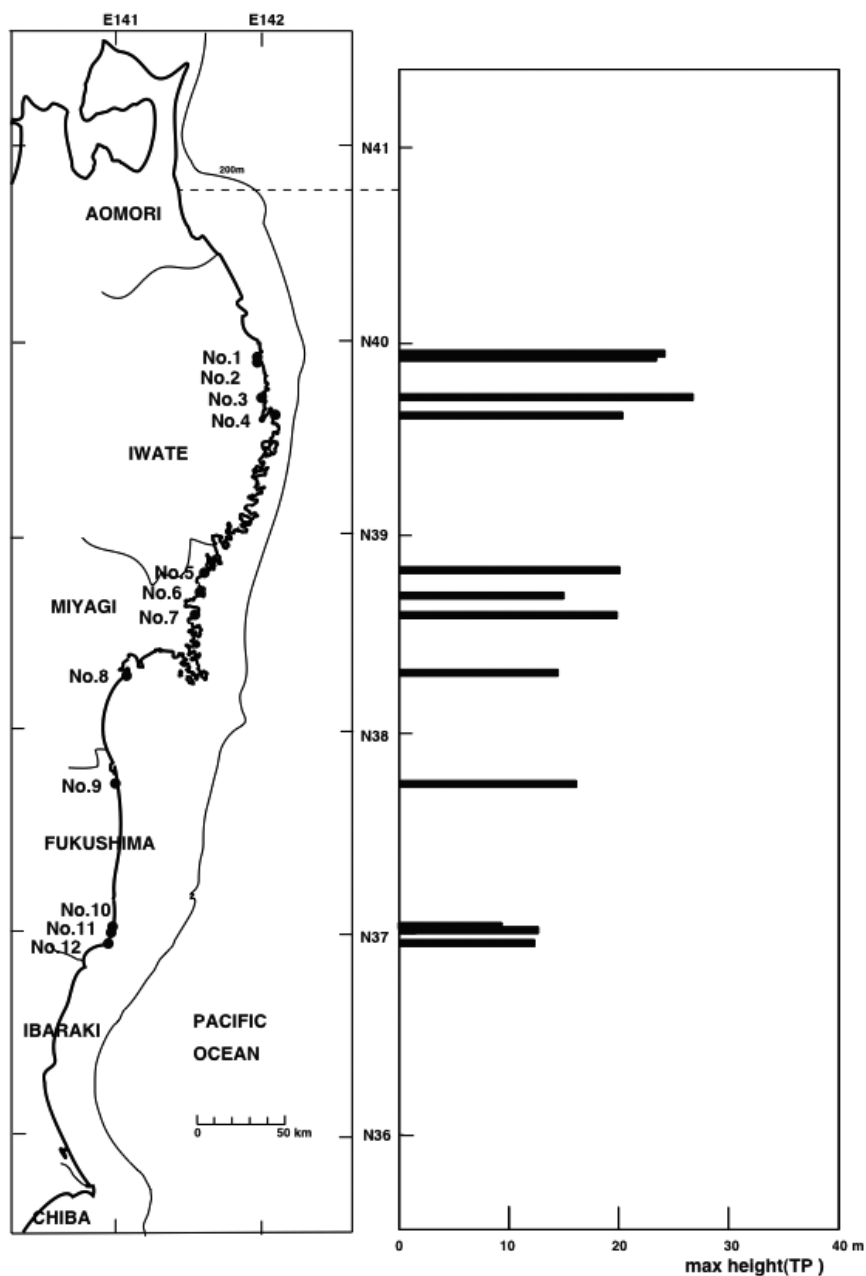


図 1 最大水位測定値の分布 (TP 値)



図2 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

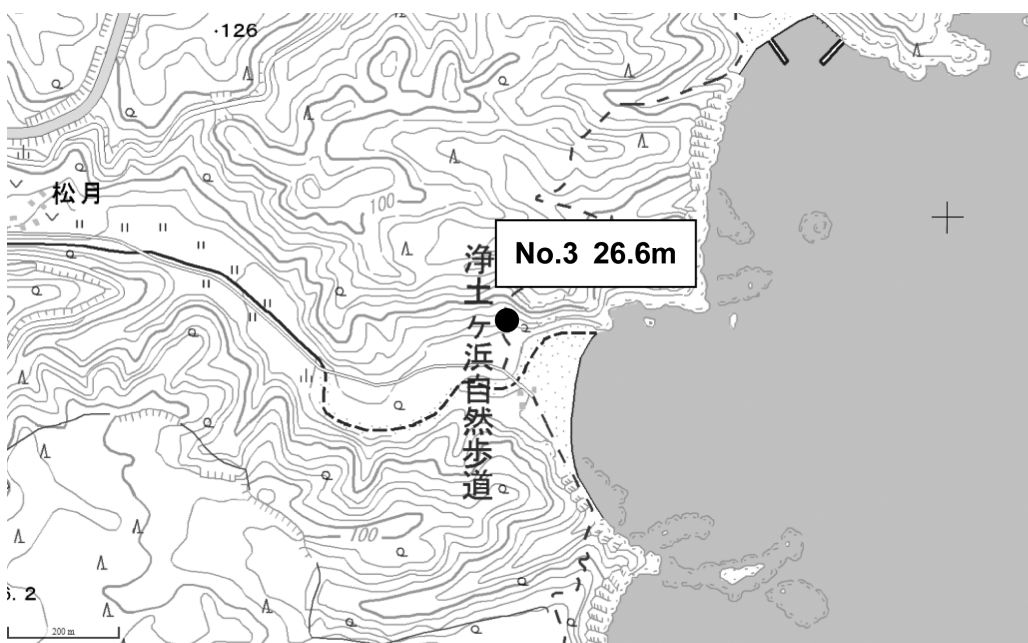


図3 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

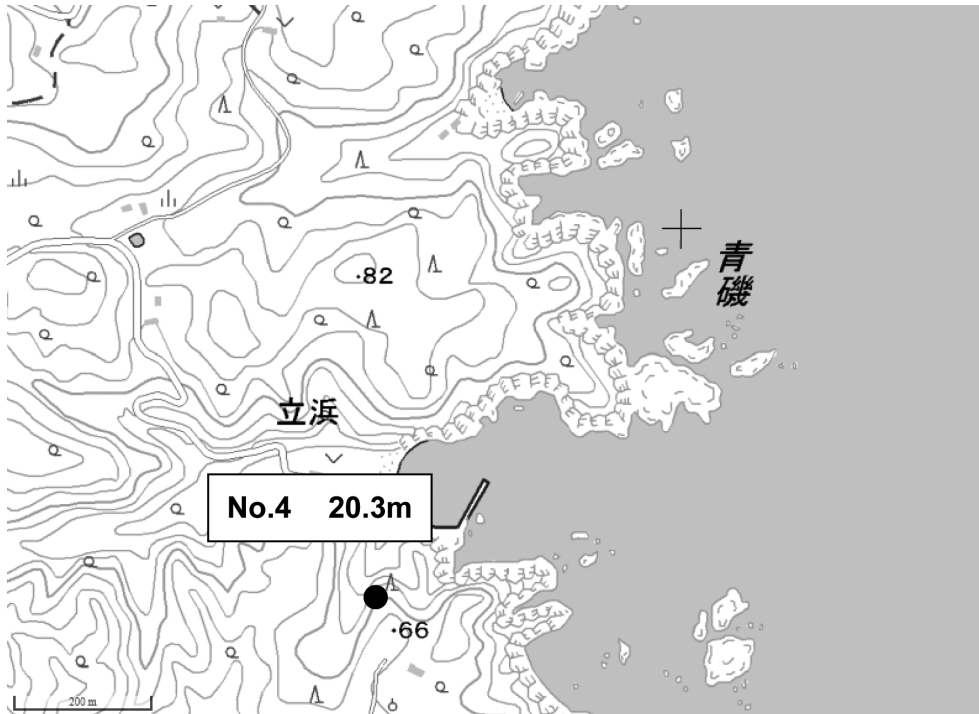


図 4 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

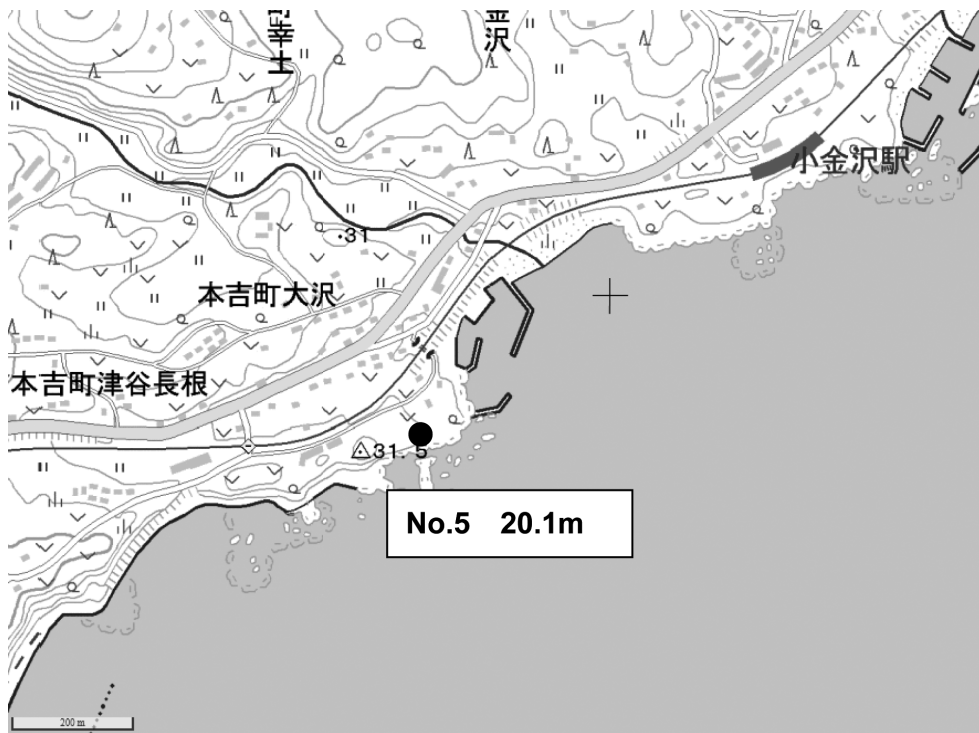


図 5 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

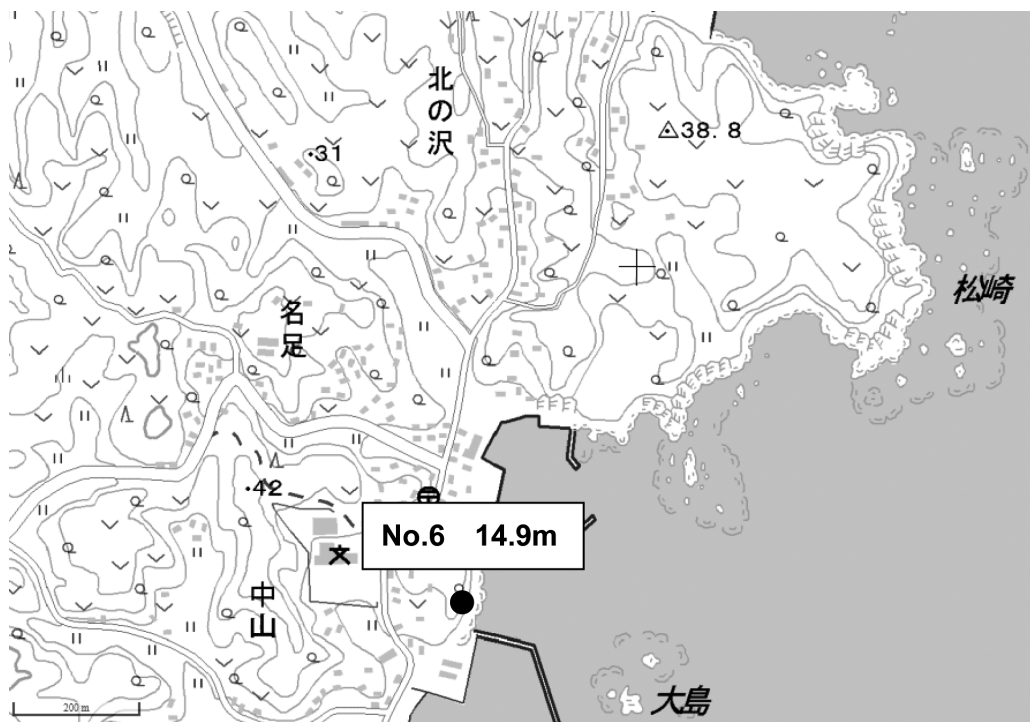


図6 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）



図7 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

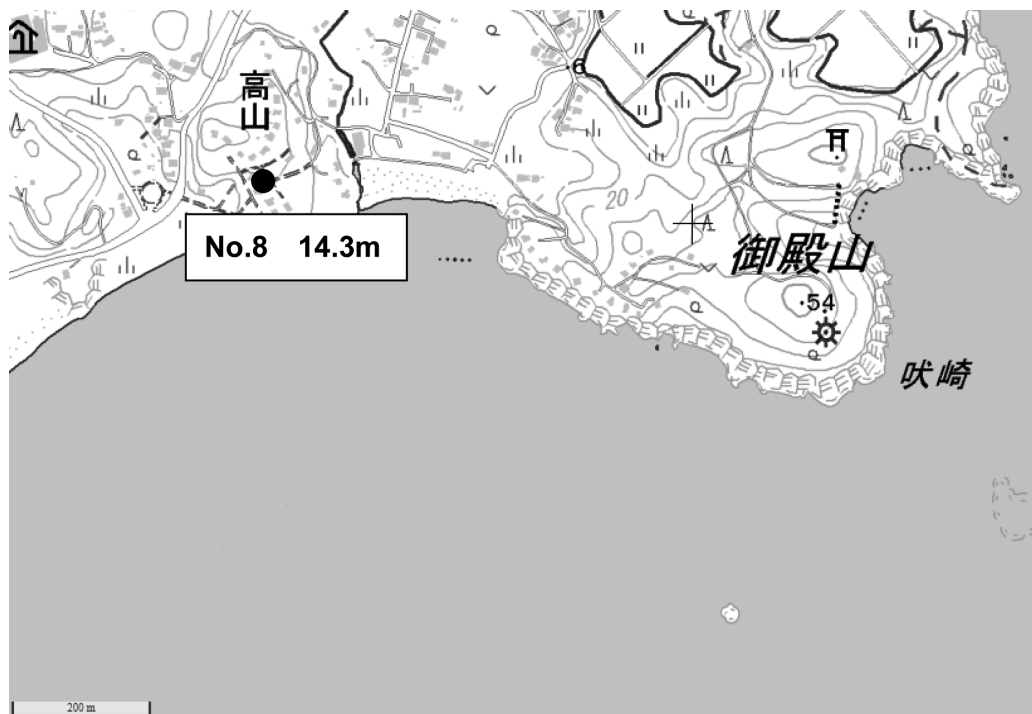


図 8 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

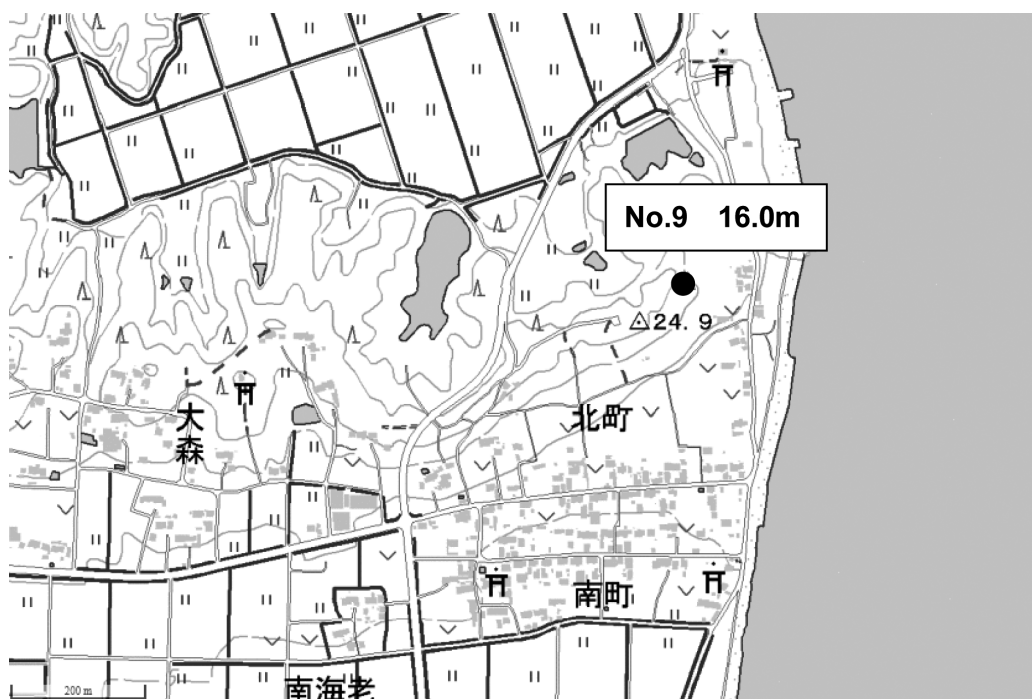


図 9 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

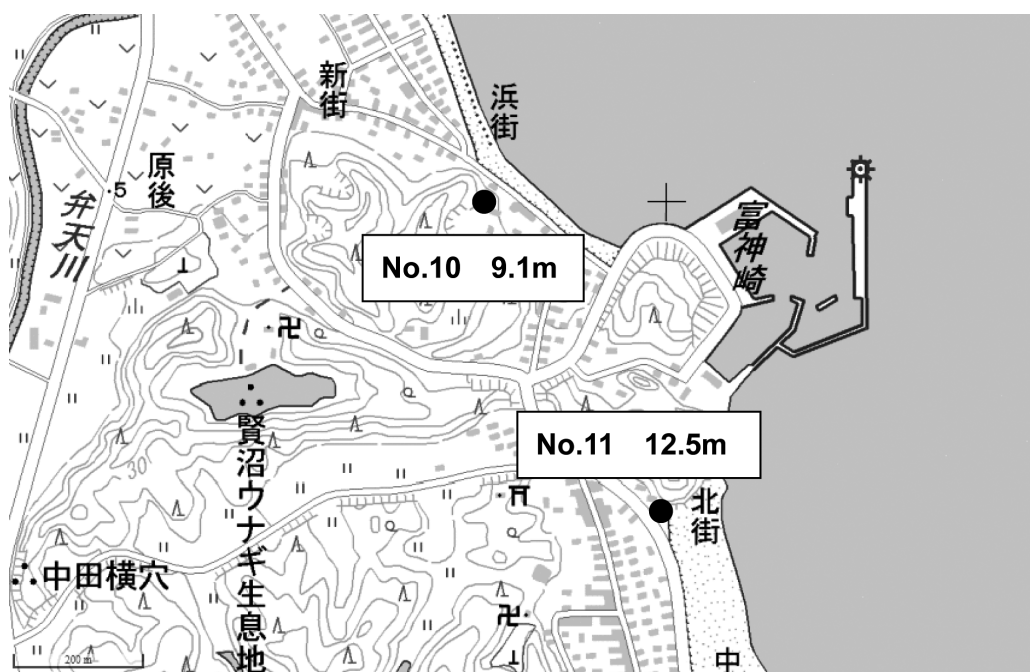


図 10 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

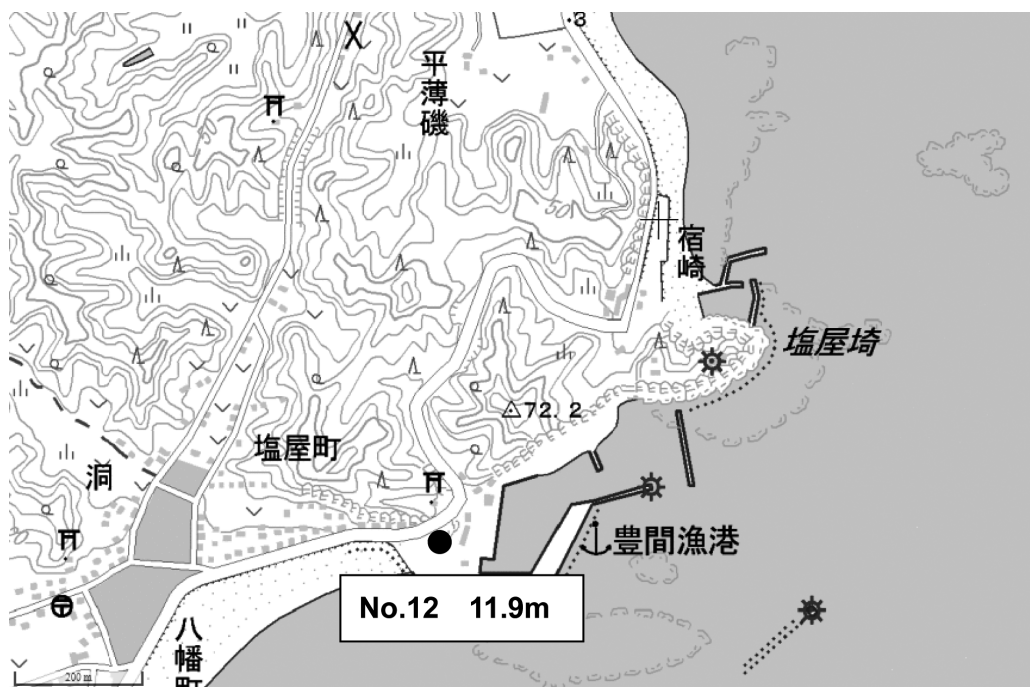


図 11 測定点位置（黒丸）と測定値（TP 値）

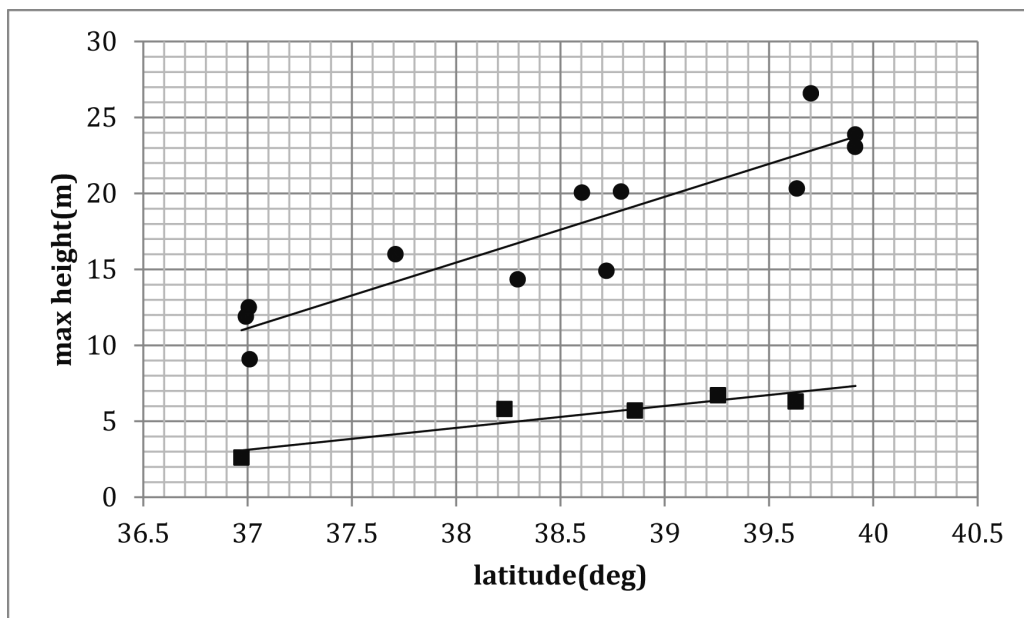


図 12 測定値（黒丸）と GPS 波浪計値（黒四角）の緯度変化

4. 考察と議論

外海に面した海岸に限定しない調査はすでに行われている（たとえば都司ほか，2012）。その中から外海に面した海岸での水位分布を取り出してみると田野畑村以北，塩屋崎以南では水位が急速に減少して 10 m を割込んでいる（野田，久慈湾は除いている）。これとここで測定した結果を比較するとここでの測定範囲は 10 m を超す高水位域であることになる。外海に面した海岸に限定しない測定結果とこの結果を比較すると測定結果は水位のばらつきが少なく，連続的に水位が変化していることを示すものとなっている。このことは津波の水位が海岸の凹凸による局地地形を反映したものであることを裏付けている。

この津波では国交省港湾技術研究所が沖合に設置した GPS 波浪計で津波を観測した（港湾技術研究所ホームページ，2011）。その中からここでの測定点に近い宮古沖から小名浜沖までの 5 点の結果を参照し，最大値を比較した。そこで横軸に緯度，縦軸に測定した津波水位と GPS 波浪計の最大値をとって図 12 に示す。痕跡高の TP 値と GPS 波浪計の津

波時の平常水位からの値の間との間での基準水位の差は無視している。図中の実線は最小二乗法で決めた一次式の直線である。これらは緯度を x （度），最大水位を y （m）としてそれぞれ $y = 4.33x - 149.1$ ， $y = 1.44x - 50.30$ で表される。これによると両者とも南から北に増加する傾向で，かつばらつきが少なく連続的である。しかし両者の間で直線の傾きは異なる。ここで同じ緯度で両者の比をとってみると，北緯 37，38，39，40 度で，それぞれ 3.6，3.4，3.3，3.2 となり，その比は南から北にかけて小さくなる。この比は津波の沖合と海岸の間での増幅度とみなせるので，津波が陸棚に入射してから海岸に到達するまでの間で 3.2–3.6 倍に増幅されたことを意味する。この比は水位の値そのものの傾向とは反対に，北で小さく南で大きい。北で高い水位が観測されたが，その原因としては途中の増幅効果よりもとで高いことを上げなければならない。

5. まとめ

2011 年東北地方太平洋沖地震津波の高水

位域で、外海に面する海岸での最大水位分布を求めるため痕跡高の調査を行った。その結果、岩手県田野畑村の 23.9 m から福島県塩屋崎の 11.9 m まで漸減する分布が得られた。この傾向は陸棚に設置された GPS 波浪計の最大水位分布と傾向が一致し、海岸の水位は沖合の水位を反映することを示すものである。分布に対して緯度による変化が一次式で変化するとして最小二乗法をあてはめ同じ緯度での両者の比を増幅度とすると、増幅度は北から南に向かって 3.2-3.6 と変化し一定ではない。これは津波が陸棚から海岸までに伝わったが、増幅度は南北で差があったことを意味する。単純な海岸地形での津波水位は陸棚の水位の傾向を引き継ぐが、南北で増幅度が異なる。

謝辞

調査に対し、津波の振る舞いや水位に関す

る情報を教えて下さいました住民の方々に感謝します。また、調査に同行し、調査をスムーズに遂行するのに協力してくれた阿部光子に感謝します。

参考文献

- 都司嘉宣, 佐竹健治, 石辺岳男, 楠本 聡, 原田智也, 西山昭仁, 金幸隆, 上野俊洋, 室谷智子, 大木聖子, 杉本めぐみ, 泊 次郎, Mohammad Heidarzadeh, 綿田辰吾, 今井健太郎, Byung Ho Choi, Sung Bum Yoon, Jae Seok Bae, Kyeong Ok Kim, Hyun Woo Kim, 2011 年東北地方太平洋沖地震の津波高調査, 東京大学地震研究所彙報 86, 29-279, 2012
- 港湾空港技術研究所, GPS 波浪計全地点における津波の観測結果について, <http://www.pari.go.jp/files/3651/303113448.pdf>, 2011 (参照 2011-11-4) .