

港湾空港技術研究所 資料

TECHNICAL NOTE
OF
THE PORT AND AIRPORT RESEARCH INSTITUTE

No. 1160 June 2007

2006年の台風等による高波の観測結果 (NOWPHAS 2006 特別号)

清水 勝義

佐々木 誠

永井 紀彦

独立行政法人 港湾空港技術研究所
Independent Administrative Institution,
Port and Airport Research Institute, Japan

目 次

要 旨	3
1. はじめに	4
2. 検討対象期間中の沿岸波浪の経時変化	4
3. 台風0612号の高波特性	6
4. 台風0613号の高波特性	14
5. 台風0616号と0617号および前線を伴った温帯低気圧による高波特性	26
6. まとめ	34
7. おわりに	36
参考文献	36

**Characteristic of Abnormal Waves Caused by the 2006 Typhoons and
Low-Pressures Observed by the Nationwide Ocean Wave information network
for Ports and HARbourS (NOWPHAS 2006 Special)**

Katsuyoshi SHIMIZU*
Makoto SASAKI**
Toshihiko NAGAI***

Synopsis

Since 1970, the Port and Airport Research Institute (PARI) has been cooperating with the Bureau of Ports and Harbours, Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, and its associated agencies, on the Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HARbourS (NOWPHAS).

The PARI has been processing and analyzing the wave records obtained at this network, and has presented the wave statistics in a series of annual reports.

This technical note introduces the abnormal sea states observation records caused by the Typhoons No.0612, 0613 and low-pressures combined with the Typhoon No.0616 and 0617.

Both zero-up-cross wave-to-wave analysis and spectrum analysis were conducted to explain those abnormal wave characteristics.

Key Words: NOWPHAS, Wave observation, Directional Spectrum, Frequency banded expression

* Head, Marine Information Division, Marine Environment and Engineering Department

** Researcher, Marine Information Division, Marine Environment and Engineering Department

*** Director, Marine Information Division

Port and Airport Research Institute, Independent Administrative Institution 3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan

Phone : +81-46-844-5048 Fax : +81-46-842-5246 e-mail: shimizu-k87s3@pari.go.jp

<http://www.pari.go.jp/bsh/ky-skb/kaisho/>

<http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/>

2006年の台風等による高波の観測結果(NOWPHAS 2006 特別号)

清水 勝義*
佐々木 誠**
永井 紀彦***

要 旨

1970年以来、国土交通省(2001年3月以前は運輸省)港湾局では関係機関による相互協力の下に、全国港湾海洋波浪情報網(NOWPHAS: Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HArbourS)を構築し、日本全国の沿岸海域における波浪観測を実施している。港湾空港技術研究所では取得された観測記録の処理および統計解析を分担し、その成果をこれまで波浪観測年報として毎年港湾空港技術研究所資料として報告している。本報は、先例となる異常波浪観測資料に倣い、2006年に見られた特筆される顕著な高波観測結果をとりまとめたものである。

以下に本資料で明らかにされた内容を箇条書きで示す。

- ①台風0612号は、本土上陸はしなかったものの、最盛期の中心気圧は920hPa、北緯35度線通過時においても中心気圧は965hPaという、稀に見る大型で強い勢力を保ち、太平洋沖を通過したため、周期15sを超える顕著なうねりが太平洋北東岸で顕著に見られた。
- ②台風0613号は、沖縄県石垣島付近で最盛期となり中心気圧は925hPaまで発達した後、進路を北方向から北東方向に変え、九州北西岸をかすめ、日本海を進んだ後、北海道北部に上陸しオホーツク海側に抜けるまで、強い勢力を保った台風であり、沖縄県や九州西岸をはじめとした我国全体の沿岸海域に高波浪をもたらした。
- ③台風0616号と0617号崩れの低気圧は、前線を伴った別の低気圧とあいまって、太平洋北東岸で強い温帯低気圧となり、太平洋北東岸で記録的な高波が観測された。
- ④これらの観測結果については、ゼロアップクロス解析による有義波としてばかりでなく、スペクトル解析に基づく周期帯波浪表示や方向スペクトルの図化を通じて、とりまとめられた。

キーワード: ナウファス, 全国港湾海洋波浪情報網, 波浪観測, 方向スペクトル, 周期帯表記

* 海洋・水工部海象情報研究室長

** 海洋・水工部海象情報研究室

*** 海洋・水工部長

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 独立行政法人港湾空港技術研究所

電話: 046-844-5048 Fax: 046-842-5246 e-mail: shimizu-k87s3@pari.go.jp

<http://www.pari.go.jp/bsh/ky-skb/kaisho/>

<http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/>

1. はじめに

2006 年は、我が国の沿岸災害史上、特筆される顕著な高波を観測した年であった。台風 0612 号は、本土上陸はしなかったものの、最盛期の中心気圧は 920hPa、北緯 35 度線通過時においても中心気圧は 965hPa という、稀に見る大型で強い勢力を保ち、太平洋沖を通過したため、周期 15s を超える顕著なうねりが太平洋北東岸で顕著に見られた。台風 0613 号は、沖縄県石垣島付近で最盛期となり中心気圧は 925hPa まで発達した後、進路を北方向から北東方向に変え、九州北西岸をかすめ、日本海を進んだ後、北海道北部に上陸しオホーツク海側に抜けるまで、強い勢力を保った台風であり、沖縄県や九州西岸をはじめとした我国全体の沿岸海域に高波浪をもたらした。台風 0616 号と 0617 号崩れの低気圧は、前線を伴った別の低気圧とあいまって、太平洋北東岸で強い温帯低気圧となり、太平洋北東岸で記録的な高波が観測された。

こうした沿岸を襲う異常波浪の性質は、波浪や潮位の観測データから解明されるものであり^{1), 2)}、港湾施設等の沿岸海洋構造物の設計条件の検討や見直しにあたって、きわめて重要な資料となるものである。このため、毎年定期的にとりまとめられている波浪観測年報³⁾や、5 年間毎を目途にとりまとめられている長期統計報⁴⁾とは別に、2006 年に発生したこれらの異常波浪に焦点を絞って、全国港湾海洋波浪情報網（ナウファス）によって観測された波浪観測記録を、とりまとめることとした。本報は、先例となる異常波浪観測資料、すなわち、1999 年に西日本各地に大きな被害をもたらした台風 9918 号⁵⁾および、2004 年に来襲した一連の台風（台風 0415 号、0416 号、0418 号、0421 号、0422 号、0423 号）⁶⁾の先例に倣ったとりまとめを行ったものである。

ナウファスの開発・改良を通じて、近年、沿岸の波浪観測情報は、量的にも質的にも飛躍的な充実がなされている^{7), 8), 9), 10)}。

異常波浪時においては、砕波にともなう気泡の海水中への混入や、しぶきの打ち上げによって、海面の位置を正確に定義することは困難である。波高とは、もともと波の峰から谷までの高さとして定義される概念であるが、このような海況においては、波の峰と谷の鉛直座標を明確に定義することは困難であり、超音波式波高計による瞬時瞬時の海面位置の検出がうまくいかず、この結果、高波浪時に限って波浪観測の欠測が数多く現れることが長年の間、問題となっていた。こうした問題は、海底に設置される超音波式波高計に水圧センサーを併用させ、水圧変動測定結果から有義波高に対応する波浪エネルギー

の大きさを推定する手法の確立によって、高波浪時の欠測は飛躍的に減少した^{11), 12)}。

波浪の方向スペクトルの出現特性に関しても、観測・解析が飛躍的に進歩した。1990 年代前半には、いわき沖と新潟沖で、3 台以上の波浪計をアレー配置し、方向スペクトルの定常的な観測解析が行われた^{13), 14), 15)}。その後、海象計^{16), 17)}の開発・実用化・普及が行われた結果、全国沿岸の多くのナウファス波浪観測点で定常的な方向スペクトル観測が実施されるようになり、周期帯換算波高・波向といった新たな波浪統計手法の確立とあいまって、全国ネットワークでの波浪の方向スペクトル情報がナウファスから発信されるようになってきている¹⁾。すなわち、海象計の開発によって、波浪の方向スペクトルの定常観測が可能になるとともに、スペクトル情報を周期帯毎の換算波高・波向として表記することによって、これまでの有義波高・周期・代表波向といった極めて少ないパラメータでは表現不能であった、うねりと風波を分離表記することができる波浪統計がとりまとめられるようになった。

本稿で紹介する 2006 年に来襲した異常波浪の詳細な観測は、こうした一連の技術開発の成果となるものである。

2. 検討対象期間中の沿岸波浪の経時変化

表-2.1 は、ナウファス観測点の緯度経度水深などの観測条件を示したものである。平成 15 年度以降、開発実用化を進めてきた、20 分毎に切れ目なく連続的に波浪観測データ処理を行い、ゼロアップクロス解析にもとづく有義波諸元等や、スペクトル解析にもとづく周期帯波高波向情報を発信することのできる、いわゆるナウファス新システム¹⁰⁾は、表中の○印に示される大多数の観測点において運用されている。また、海象計の展開も進み、大部分の観測点で、波向および方向スペクトル観測情報が得られるようになったことも、ナウファスの大きな進展である。

付図-1 から付図-5 は、2006 年 9 月から 10 月にかけてのナウファス全地点における有義波高・周期の経時変化を示したものである。横軸を時間軸とし、縦軸に有義波高と有義波周期を示しており、太線が有義波高、細線が有義波周期を意味している。図中には、本稿が対象とする台風 0612 号（9 月 1 日から 7 日まで）、0613 号（9 月 13 日から 21 日まで）、および台風 0616 号と 0617 号崩れの低気圧（10 月 2 日から 10 日まで）それぞれの、高波抽出期間を、併せて示している。

表-2.1 ナウファス各観測点における波浪観測条件一覧

整理 番号	地 点 名	波 高 計 (U S W)				波 向 計				
		水深(m)	R(m)	北 緯	東 経	機 種	水深(m)	R(m)	北 緯	東 経
1	○留 萌	-49.8	0.8	43° 51' 59"	141° 28' 07"	海象計	-49.8	0.8	43° 51' 59"	141° 28' 07"
2	○石 狩 新 港	-22.4	1.6	43° 14' 55"	141° 16' 44"	海象計	-22.4	1.6	43° 14' 55"	141° 16' 44"
3	○瀬 棚	-52.9	0.8	42° 26' 39"	139° 49' 03"	CWD	-20.0	2.7	42° 26' 00"	139° 49' 58"
4	○青 森	-24.9	2.0	40° 51' 10"	140° 44' 21"					
5	○深 浦	-51.0	1.9	40° 39' 34"	139° 54' 42"					
6	○秋 田	-29.4	2.3	39° 44' 16"	140° 00' 26"	CWD	-29.4	2.8	39° 44' 16"	140° 00' 26"
7	○酒 田	-45.9	1.2	39° 00' 31"	139° 46' 45"	傾斜計	-45.9	-	39° 00' 31"	139° 46' 45"
8	新 潟 沖	-34.5	1.2	38° 00' 17"	139° 07' 34"	海象計	-34.5	1.2	38° 00' 17"	139° 07' 34"
9	直 江 津	-32.7	1.2	37° 14' 09"	138° 16' 25"	海象計	-32.7	1.2	37° 14' 09"	138° 16' 25"
10	富 山	-20.0	1.2	36° 46' 40"	137° 12' 18"	海象計	-20.0	1.2	36° 46' 40"	137° 12' 18"
11	伏 木 富 山	-46.4	1.2	36° 49' 15"	137° 04' 29"	海象計	-46.4	1.2	36° 49' 15"	137° 04' 29"
12	○輪 島	-52.0	1.2	37° 25' 51"	136° 54' 08"	海象計	-52.0	1.2	37° 25' 51"	136° 54' 08"
13	○金 沢	-21.1	1.2	36° 36' 50"	136° 34' 03"	海象計	-21.1	1.2	36° 36' 50"	136° 34' 03"
14	○福 井	-36.7	0.7	36° 09' 50"	136° 04' 30"	海象計	-36.7	0.7	36° 09' 50"	136° 04' 30"
15	○敦 賀	-18.8	1.3	35° 41' 17"	136° 04' 36"					
16	柴 山	-41.1	0.5	35° 40' 17"	134° 40' 37"	海象計	-41.1	0.5	35° 40' 17"	134° 40' 37"
17	柴山(港内)	-11.1	0.5	35° 39' 32"	134° 39' 58"					
18	○鳥 取	-30.9	0.5	35° 33' 16"	134° 09' 41"	海象計	-30.9	0.5	35° 33' 16"	134° 09' 41"
19	境 港	-12.0	1.5	35° 31' 56"	133° 16' 36"					
20	浜 田	-50.1	0.9	34° 54' 19"	132° 02' 11"	海象計	-50.1	0.9	34° 54' 19"	132° 02' 11"
21	藍 島	-21.1	0.6	34° 00' 43"	130° 47' 35"	海象計	-21.1	0.6	34° 00' 43"	130° 47' 35"
22	○玄 界 灘	-39.5	1.8	33° 56' 02"	130° 28' 05"	海象計	-39.5	1.8	33° 56' 02"	130° 28' 05"
23	○伊 王 島	-31.9	1.7	32° 42' 59"	129° 45' 15"	CWD	-31.9	2.5	32° 42' 59"	129° 45' 15"
24	熊 本	-4.2	7.9	32° 45' 08"	130° 33' 53"					
25	○名 瀬	-54.6	0.6	28° 27' 07"	129° 31' 18"	海象計	-54.6	0.6	28° 27' 07"	129° 31' 18"
26	那 覇	-52.9	1.5	26° 15' 28"	127° 38' 52"	CWD	-38.4	1.5	26° 15' 41"	127° 39' 22"
27	○紋 別 (南)	-52.6	0.8	44° 19' 04"	143° 36' 25"	海象計	-52.6	0.8	44° 19' 04"	143° 36' 25"
28	○釧 路	-50.1	0.9	42° 54' 38"	144° 23' 50"	海象計	-50.1	0.9	42° 54' 38"	144° 23' 50"
29	○十 勝	-23.0	0.9	42° 39' 06"	143° 41' 08"	海象計	-23.0	0.9	42° 39' 06"	143° 41' 08"
30	○苫 小 牧	-50.7	0.9	42° 32' 39"	141° 26' 46"	海象計	-50.7	0.9	42° 32' 39"	141° 26' 46"
31	むつ小川原	-43.8	0.9	40° 55' 30"	141° 25' 27"	CWD	-27.8	2.6	40° 55' 12"	141° 24' 44"
32	○八 戸	-27.7	1.9	40° 33' 39"	141° 34' 06"	CWD	-27.7	3.1	40° 33' 39"	141° 34' 06"
33	○久 慈	-49.5	1.1	40° 13' 04"	141° 51' 36"	海象計	-49.5	1.1	40° 13' 04"	141° 51' 36"
34	○釜 石	-49.8	0.9	39° 15' 54"	141° 56' 06"					
35	○石 巻	-20.8	0.5	38° 20' 49"	141° 15' 16"	海象計	-20.8	0.5	38° 20' 49"	141° 15' 16"
36	仙 台 新 港	-21.3	3.2	38° 15' 00"	141° 03' 58"	CWD	-21.3	3.5	38° 15' 00"	141° 03' 58"
37	相 馬	-17.1	1.7	37° 51' 28"	140° 58' 52"	CWD	-17.1	2.8	37° 51' 28"	140° 58' 52"
38	○小 名 浜	-23.8	1.6	36° 55' 04"	140° 55' 18"	海象計	-23.8	1.6	36° 55' 04"	140° 55' 18"
39	常 陸 那 珂	-30.3	3.0	36° 23' 42"	140° 39' 12"	CWD	-30.3	3.0	36° 23' 42"	140° 39' 12"
40	○鹿 島	-24.0	2.8	35° 53' 55"	140° 45' 14"	CWD	-24.0	3.5	35° 53' 54"	140° 45' 14"
41	○第 二 海 堡	-28.8	0.7	35° 18' 13"	139° 44' 52"	海象計	-28.8	0.7	35° 18' 13"	139° 44' 52"
42	ア シ カ 島	-21.7	1.0	35° 12' 38"	139° 44' 06"					
43	○波 浮	-48.3	1.0	34° 40' 35"	139° 27' 08"	CWD	-29.7	2.5	34° 40' 31"	139° 26' 19"
44	○下 田	-51.1	1.0	34° 38' 48"	138° 57' 11"					
45	○清 水	-51.8	0.6	35° 01' 16"	138° 32' 05"	海象計	-51.8	0.6	35° 01' 16"	138° 32' 05"
46	○御 前 崎	-22.8	0.6	34° 37' 17"	138° 15' 33"	海象計	-22.8	0.6	34° 37' 17"	138° 15' 33"
47	○伊 勢 湾	-26.9	0.5	34° 55' 12"	136° 44' 25"	海象計	-26.9	0.5	34° 55' 12"	136° 44' 25"
48	○潮 岬	-54.7	0.6	33° 25' 59"	135° 44' 50"	海象計	-54.7	0.6	33° 25' 59"	135° 44' 50"
49	神 戸	-17.0	0.5	34° 38' 50"	135° 16' 36"	海象計	-17.0	0.5	34° 38' 50"	135° 16' 36"
50	小 松 島	-20.8	0.5	34° 02' 24"	134° 38' 37"	CWD	-20.8	11.1	34° 02' 24"	134° 38' 37"
51	○室 津	-27.7	0.2	33° 16' 18"	134° 08' 50"	海象計	-27.7	0.2	33° 16' 18"	134° 08' 50"
52	○高 知	-24.1	0.5	33° 28' 57"	133° 35' 13"	海象計	-24.1	0.5	33° 28' 57"	133° 35' 13"
53	○上 川 口	-27.9	0.6	33° 01' 54"	133° 03' 29"					
54	○荊 田	-9.6	1.4	33° 47' 59"	131° 04' 20"	CWD	-9.6	1.9	33° 47' 59"	131° 04' 20"
55	○細 島	-48.3	0.4	32° 26' 36"	131° 43' 42"	海象計	-48.3	0.4	32° 26' 36"	131° 43' 42"
56	志 布 志 湾	-35.0	0.7	31° 25' 02"	131° 06' 36"	海象計	-35.0	0.7	31° 25' 02"	131° 06' 36"
57	鹿 児 島	-24.1	0.6	31° 33' 20"	130° 34' 21"					
58	○中 城 湾	-39.6	0.5	26° 14' 32"	127° 57' 55"	海象計	-39.6	0.5	26° 14' 32"	127° 57' 55"
59	○平 良 沖	-44.1	0.7	24° 51' 39"	125° 14' 08"	海象計	-44.1	0.7	24° 51' 39"	125° 14' 08"
60	○石 垣 沖	-34.8	0.7	24° 21' 55"	124° 06' 10"	海象計	-34.8	0.7	24° 21' 55"	124° 06' 10"

注1) U S W : 超音波式波高計 CWD : 超音波式流速計型波向計 海象計 : 超音波ドップラー式波浪計

注2) 水深は、水表面から海底面までの距離の平均値より主要4分潮の振幅の和を減じた値である。

設置高(R)とは、海底面から観測センサーまでの高さのことである。

注3) 地点名に○印が付いている地点は、連続観測地点である。

一連の台風が沿岸に高波をもたらした状況は、表-2.2に示す港湾空港技術研究所における集中処理開始以来の各観測点における既往最大有義波高の記録を更新した観測点が多いことから理解できる。表-2.2からわかるように、10観測地点で既往最大有義波高が更新され、2006年の台風等による高波は、37年に及ぶナウファス（全国港湾海洋波浪情報網）の歴史の中でも特筆されるものであったことが理解される。すなわち、下記の観測点で有義波高の既往最大観測値が更新された。

①台風0612号による更新

小名浜（9月5日3:20：H1/3=7.73m, T1/3=16.7s：1980年以降の統計）

②台風0613号による更新

蒔田（9月17日20:00：H1/3=3.76m, T1/3=6.9s：1991年以降の統計）

平良沖（9月16日17:20：H1/3=6.68m, T1/3=10.5s：2005年以降の統計）

石垣沖（9月16日10:40：H1/3=5.36m, T1/3=10.0s：2005年以降の統計）

③台風0616号と0617号崩れの低気圧による更新

紋別南（10月8日9:00：H1/3=7.51m, T1/3=12.1s：2000年以降の統計）

十勝（10月8日1:40：H1/3=7.82m, T1/3=14.9s：2002年以降の統計）

八戸（10月7日17:00：H1/3=7.64m, T1/3=12.4s：1988年以降の統計）

釜石（10月7日15:00：H1/3=7.22m, T1/3=13.3s：1978年以降の統計）

相馬（10月7日2:00：H1/3=6.77m, T1/3=11.6s：1982年以降の統計）

常陸那珂（10月6日22:00：H1/3=7.59m, T1/3=10.4s：1979年以降の統計）

ただし、観測地点毎に、集中処理期間が異なっていることには注意が必要である。ここに、統計期間としては、当所における集中処理を開始した時期、あるいは、現在の観測点位置で波浪観測を開始した時期の、新しい方の時期以降としている。

3. 台風0612号の高波特性

図-3.1は、台風0612号の経路およびナウファス各波浪観測点における最大有義波を起時とともに示したものである。経路図上の黒点は、毎日4回（日本時間3:00, 9:00, 15:00および21:00の6時間毎）の台風中心位置を示している。

表-3.1は、高波を観測した、各観測点における最大有義波とその観測起時を一覧表にしたものである。ここに高波とは、例年の波浪観測年報で定義するところの観測点毎に設定される閾値となる有義波高を超える波浪を観測した事象として定義される³⁾

米国気象海洋庁（NOAA）の中央太平洋ハリケーンセンター（Central Pacific Hurricane Center）のweb-site（<http://www.prh.noaa.gov/pr/hnl/cphc>）を見ると、台風0612号（米国名称はIOKE）は、日本時刻8月20日12:00に北緯10.1度、西経158.2度付近で発生し、当初の中心気圧は1006hPaであり、その後、西北西に進行しながら勢力を徐々に増し、日本時刻8月22日15:00には、北緯14.5度、西経167.8度の位置で中心気圧は945hPaとなった。その後、一旦勢力は衰え、日本時刻8月23日には北緯16.3度、西経169.3度の位置で中心気圧は971hPaとなり、日本時刻8月24日には北緯18.3度、西経171.7度の位置に至るまで中心気圧は971hPaを保っていた。しかし、その後、再び勢力が増大していき、日本時刻8月27日に北緯18.7度、西経177.9度の位置に達した段階では、最大中心気圧である920hPaの極めて強い勢力となった。その後、日付変更線を越え、日本時間8月27日15:00に東経180度線を越え台風0612号として命名された。日本時刻9月1日9:00に北緯20.7度、東経164.3度の位置に達するまで、中心気圧920hPaを保ち続けた。その後、台風は若干勢力を弱め速度を速め、我が国太平洋沿岸に近づいたが、9月5日9:00には、房総半島の東沖合い約600kmの北緯約35度東経約147度の地点付近で、中心気圧965hPaの時にその進路を北北西から北北東に変え、我が国の太平洋北東岸の海岸線にほぼ平行に北上し、翌9月6日9:00には、北海道根室半島の東約600kmを中心気圧975hPaというこの緯度にしては比較的強い勢力を保ったまま通過し、さらに北北東海上に進んでいった。

このように台風0612号は、長期間にわたって太平洋沖合で強い勢力を保ちながらゆっくりと我国に近づいたため、西北西に向かう波浪の発達と台風の進行とが重なり、我国の太平洋沿岸には非常に発達した周期15sを超える顕著な周期の長いうねりが長期間にわたって来襲することとなった。

図-3.2に、台風0612号による主な太平洋岸の高波浪観測点（中城湾・玄界灘・細島・小松島・潮岬・波浮・鹿島・常陸那珂・小名浜・相馬・仙台新港・石巻・釜石・八戸・むつ小川原・苫小牧・十勝・釧路）における有義波高・周期の経時変化を示す。この台風はきわめて勢力の強い大型台風であったため、台風経路上から1500km以上も離れた中城湾や玄界灘のようなナウファス波浪観

表-2.2 各気象じょう乱における最大有義波

地点名	既往最大有義波 (観測開始～2005年12月)			台風0612号 (9月1～7日)		台風0613号 (9月13～21日)		台風0616, 17号 (10月2～10日)	
	H1/3(m)	T1/3(s)	起 時	H1/3(m)	T1/3(s)	H1/3(m)	T1/3(s)	H1/3(m)	T1/3(s)
留萌	7.83	10.6	04年 9月 8日14時	1.97	6.6	3.26	7.0	4.54	8.0
石狩新港	6.00	10.8	04年12月17日 4時20分	1.24	4.9	2.92	6.3	4.64	8.5
瀬棚	9.43	12.9	95年11月 9日 8時	1.50	6.1	5.15	9.2	3.34	8.6
青森	—	—	新規地点	1.03	4.1	0.80	3.2	2.64	5.8
深浦	10.36	14.5	04年11月27日 6時	1.91	5.6	3.86	9.4	3.82	8.3
秋田	8.53	13.0	90年12月 2日16時	1.22	6.4	0.33	5.5	—	—
酒田	10.65	13.8	04年11月27日 6時	1.72	6.6	4.18	9.9	4.73	8.6
新潟沖	8.48	7.9	05年12月22日12時	2.18	6.4	2.33	9.2	5.09	9.5
直江津	9.24	12.6	03年12月20日16時	2.03	7.2	2.81	8.5	3.94	9.1
富山	6.75	8.3	04年10月20日22時	1.25	4.9	1.15	10.3	3.98	12.9
伏木富山	6.53	8.4	04年10月20日22時	—	—	0.69	5.2	3.12	7.1
輪島	7.62	12.0	03年12月20日18時	2.36	7.4	3.01	10.5	4.51	10.7
金沢	8.14	10.3	01年12月15日 6時	2.63	8.2	4.28	9.1	—	—
福井	7.85	11.8	05年12月22日12時40分	2.51	7.8	3.90	8.6	3.73	8.6
敦賀	1.61	5.7	05年12月18日 7時 0分	0.74	6.2	0.71	6.8	1.16	5.8
柴山	6.77	11.5	05年12月 6日12時	2.75	7.8	3.09	7.7	4.69	9.3
柴山(港内)	2.60	9.4	04年10月20日18時	0.94	6.2	0.85	5.9	1.78	9.5
鳥取	7.54	11.3	90年12月11日22時	2.90	7.5	3.04	10.0	4.02	8.7
境港	3.22	10.8	04年10月21日 0時	0.92	4.7	2.30	6.5	1.49	5.4
浜田	7.93	11.2	90年12月11日18時	2.99	7.6	5.29	9.1	3.16	7.0
藍島	5.61	12.1	87年 2月 3日18時	1.35	7.0	3.75	10.1	2.02	6.5
玄界灘	8.03	9.7	04年 8月30日18時	3.01	7.4	4.98	10.5	4.23	8.1
伊王島	10.37	13.6	91年 9月27日16時	0.54	4.3	7.00	10.8	0.96	4.0
熊本	—	—	新規地点	0.35	3.1	0.45	3.5	0.81	4.6
名瀬	8.46	11.4	05年 9月 5日22時	1.33	16.8	7.44	11.8	3.62	7.7
那覇	9.24	14.1	90年10月 6日20時	1.27	7.7	5.33	11.8	3.00	7.1
紋別(南)	7.16	10.5	04年 1月14日22時	1.20	6.5	1.51	4.7	7.51	12.1
釧路	5.37	9.0	05年11月29日14時 0分	4.57	16.0	3.50	7.9	5.32	13.8
十勝	6.31	11.8	02年 1月22日10時	3.39	15.3	3.24	8.2	7.82	14.9
苫小牧	6.10	15.5	72年 2月28日10時	4.49	16.6	3.27	8.1	3.53	11.5
むつ小川原	9.56	12.5	91年 2月17日 0時	3.39	15.2	4.09	7.4	6.93	13.7
八戸	6.89	11.5	04年12月 5日14時	4.08	17.0	3.16	7.6	7.64	12.4
釜石	6.13	12.3	91年 2月17日 2時	2.59	14.6	3.02	8.4	7.22	13.3
石巻	5.66	11.7	02年10月 2日 2時	3.21	16.8	1.69	5.5	3.14	11.6
仙台新港	5.63	11.4	02年10月 2日 2時	3.80	16.2	2.14	9.2	5.00	12.2
相馬	6.42	12.6	05年 1月16日20時	5.09	15.7	2.27	8.6	6.77	11.6
小名浜	7.56	12.4	02年10月 2日 0時	7.73	16.7	2.38	7.4	7.12	11.1
常陸那珂	7.03	13.4	05年 1月16日22時	4.83	16.8	3.38	7.7	7.59	10.4
鹿島	7.50	10.5	05年 1月16日12時	5.69	15.8	3.62	7.5	5.89	13.3
第二海堡	2.18	5.9	04年12月 5日 6時	0.46	3.2	0.88	3.4	1.16	4.1
アシカ島	6.12	8.0	98年 9月16日 8時	0.64	9.8	1.00	4.7	1.15	3.7
波浮	8.49	9.0	05年 8月25日23時20分	6.31	16.1	2.48	9.1	3.88	9.7
下田	6.71	11.9	98年 9月16日 6時	2.24	14.9	1.59	9.0	2.43	9.7
清水	4.79	16.4	02年10月 1日20時	0.88	15.7	1.07	5.4	1.04	12.4
御前崎	8.91	10.6	05年 8月25日20時40分	1.85	16.0	1.62	7.7	2.57	10.5
伊勢湾	3.13	6.8	04年 8月31日 0時	0.60	3.0	1.25	4.5	1.11	3.8
潮岬	10.22	15.7	04年10月20日18時	5.10	17.7	—	—	3.37	11.4
神戸	3.77	7.3	93年 9月 4日 6時	0.57	3.2	2.00	5.4	0.40	3.1
小松島	4.22	7.4	04年 6月21日10時	1.90	17.8	2.23	5.8	1.18	10.2
室津	13.55	15.8	04年10月20日14時	2.03	16.4	3.85	8.4	1.85	9.7
高知	12.49	16.4	04年10月20日14時	—	—	0.43	7.5	2.20	9.7
上川口	8.47	13.7	05年 9月 6日18時	1.68	16.6	2.90	7.0	2.38	10.6
荻田	3.64	7.6	05年 9月 6日14時	0.65	3.4	3.76	6.9	0.79	3.5
細島	11.05	12.3	04年 8月30日12時	3.80	17.2	5.92	8.9	3.32	10.4
志布志湾	9.03	12.8	04年 8月30日 8時	1.03	14.9	3.28	8.4	—	—
鹿児島	4.09	7.0	04年 9月 7日 6時	0.45	3.2	3.02	6.3	0.30	3.4
中城湾	11.93	13.6	04年10月19日12時	2.83	16.5	5.01	9.9	3.24	10.8
平良沖	3.78	9.1	05年12月21日22時 0分	0.94	6.8	6.68	10.5	1.73	6.5
平良(参考)	7.03	12.1	98年10月17日 2時	—	—	—	—	—	—
石垣沖	2.70	7.4	05年 9月10日23時40分	1.00	5.9	5.36	10.0	1.19	5.4
石垣(参考)	4.11	6.8	97年 8月18日 0時	—	—	—	—	—	—

注) 各気象じょう乱の最大有義波に網掛け表示している箇所は、既往最大を更新したものを表す。

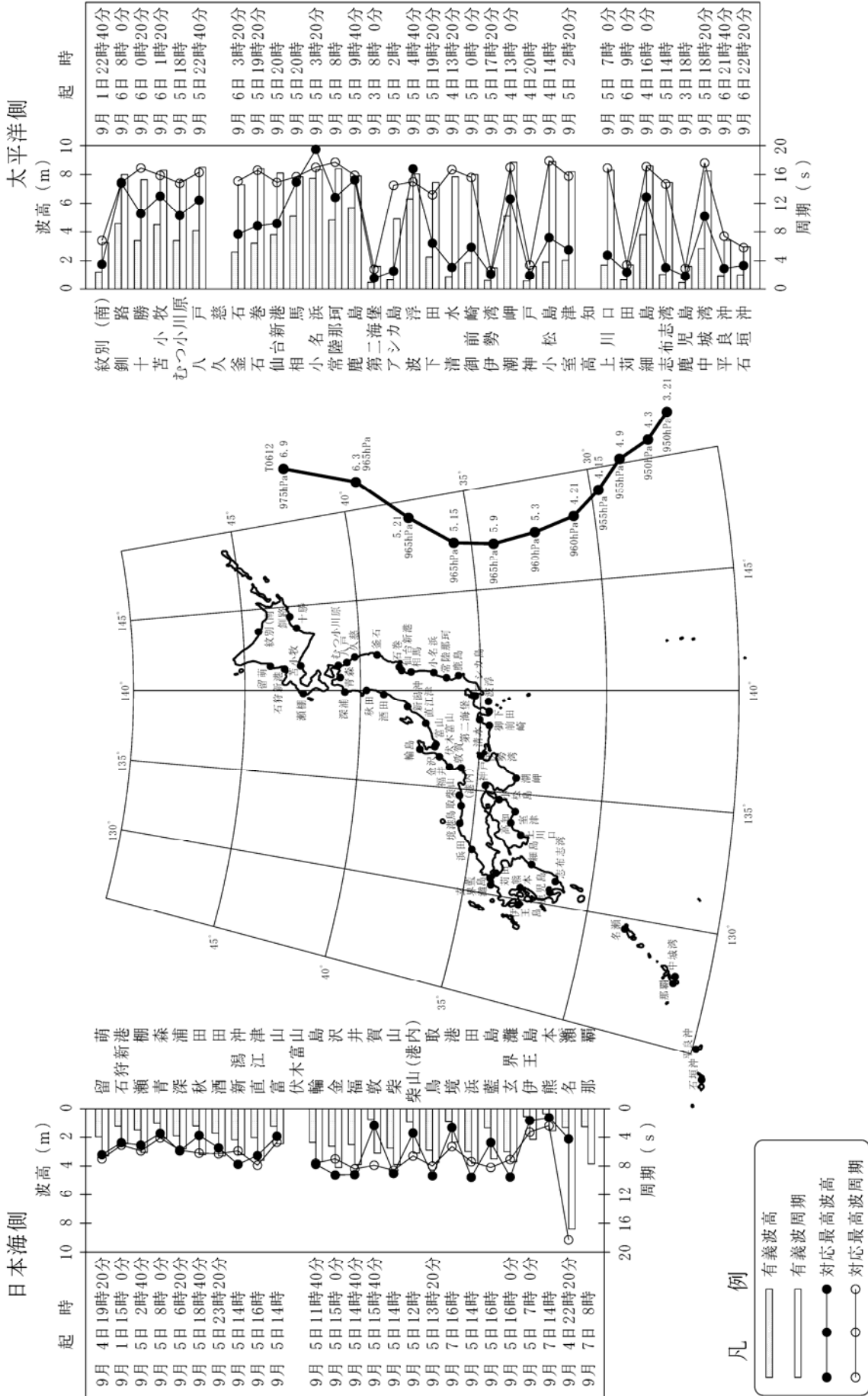


図-3.1 気象じょう乱時における各観測点の最大有義波 (台風 0612 号)

表-3.1 最大有義波とその観測起時（台風0612号）

観測地点名	06年 9月 1日～06年 9月 7日				
	有義波		対応最高波		起時
	波高	周期	波高	周期	
○ 青森	1.03m	4.1s	1.74m	4.1s	9月 5日 8時 0分
○ 玄界灘	3.01	7.4	4.76	7.1	9月 5日 16時 0分
○ 釧路	4.57	16.0	7.39	14.9	9月 6日 8時 0分
○ 十勝	3.39	15.3	5.26	16.9	9月 6日 0時 20分
○ 苫小牧	4.49	16.6	6.50	15.9	9月 6日 1時 20分
○ むつ小川原	3.39	15.2	5.14	14.8	9月 5日 18時
○ 八戸	4.08	17.0	6.22	16.3	9月 5日 22時 40分
○ 釜石	* 2.59	14.6	3.84	15.1	9月 6日 3時 20分
○ 石巻	3.21	16.8	4.42	16.6	9月 5日 19時 20分
○ 仙台新港	3.80	16.2	4.57	14.9	9月 5日 20時
○ 相馬	5.09	15.7	7.48	15.7	9月 5日 20時
○ 小名浜	7.73	16.7	9.74	17.0	9月 5日 3時 20分
○ 常陸那珂	4.83	16.8	6.41	17.7	9月 5日 8時
○ 鹿島	5.69	15.8	7.63	15.9	9月 5日 9時 40分
○ 波浮	6.31	16.1	8.40	15.0	9月 5日 4時 40分
○ 下田	2.24	14.9	3.21	13.2	9月 5日 19時 20分
○ 潮岬	5.10	17.7	6.31	17.0	9月 4日 13時 0分
○ 小松島	1.90	17.8	3.59	17.9	9月 4日 14時
○ 室津	2.03	16.4	2.75	15.8	9月 5日 2時 20分
○ 細島	3.80	17.2	6.44	17.1	9月 4日 16時 0分
○ 中城湾	2.83	16.5	5.08	17.6	9月 5日 18時 20分

注) *印は波高ピーク付近に欠測あり。○印は連続観測地点である。

測点でも、台風による影響が現れた。特に、中城湾では、有義波高は最大でも 2.85m であり、それほど顕著な高波ではなかったものの、有義波周期は、9月4日昼頃から6日昼頃までの正味2日間にわたって、15s を越えるきわめて周期の長いうねりが連続して来襲したことが特徴的であった。九州沿岸の細島から北海道沿岸の釧路に至る太平洋沿岸域においても、いずれの観測点においても9月4日頃から6日頃まで、やはり周期の極めて長い高波浪状態が継続した。有義波高が極大となった起時は、南から北にむかって順次推移しており、細島から潮岬にかけては4日に、波浮から石巻にかけては八戸・むつ小川原では5日に、釜石と北海道太平洋岸では6日に、それぞれ見られた。

図-3.3 から図-3.9 に、潮岬、波浮、鹿島、小名浜、相馬、石巻、八戸の各観測点におけるスペクトル解析結果を、周期帯波高の経時変化図として示す。

図-3.3 に示す潮岬における台風近接時の周期帯波浪を見ると、9月4日から5日にかけての約2日間の高波浪状態の際の有義波高の経時変化図は、周期 15-30s の周期帯における換算有義波高の経時変化図と、ほぼ一致していることがわかる。これに対して周期 10-15s の周期帯波高、周期 8-10s の周期帯波高、周期 8s 以下の周期帯波高は、いずれも小さく、潮岬では、周期の比較的短い風波は弱く、周期の長いうねりが来襲した海況となっていたことがわかる。これは、潮岬周辺海域は台風中心から非常に遠かったため風波はあまり立たなかったも

のの、周期の長いうねりは遠方からあまり減衰せずに伝播してきたことを意味している。こうした、周期 15-30s の周期帯における換算有義波高だけが卓越した経時変化図は、図-3.4 から図-3.10 に示される波浮、鹿島、小名浜、相馬、石巻、八戸、釧路でも、同様であった。

ただし、周期 15-30s の周期帯における長周期成分の換算波高の経時変化特性を見ると、観測点が南から北になるほど、極大波が観測された時刻が遅くなっていることが注目される。すなわち、図-3.3 の潮岬では4日の0:00 から 24:00 までの終日が高波浪状態のピークであったのに対して、図-3.4 の波浮では5日の未明の3時間程度の間には顕著なピークが見られた。波浮におけるピーク時刻を、図-3.1 の台風経路図と比較すると、台風が最接近する少し前の、台風が南南西海上に位置していた時に、ピークが発生していたことになる。図-3.5 の鹿島では、波浪のピーク状態は、より長時間継続しており、4日の未明から早朝にかけて、5日の昼頃、および5日の深夜の、3回のピークが観測されており、周期 15-30s の周期帯換算波高が 2m を超える状態は、3日深夜から6日未明に至る 60 時間近くに渡って継続した。図-3.6 の小名浜および図-3.7 の相馬でも、やはり、周期 15-30s の周期帯換算波高が 2m を超える状態は、3日深夜から6日未明にかけて長時間継続したが、ピークは5日に限って見られ、鹿島で見られたような、4日の未明から早朝にかけてのピークは見られなかった。これより北の観測点である、図-3.8 の石巻および図-3.9 の八戸でも、ピークは5日夜

期間：2006年 9月 1日～ 9月 7日

— H1/3
— T1/3

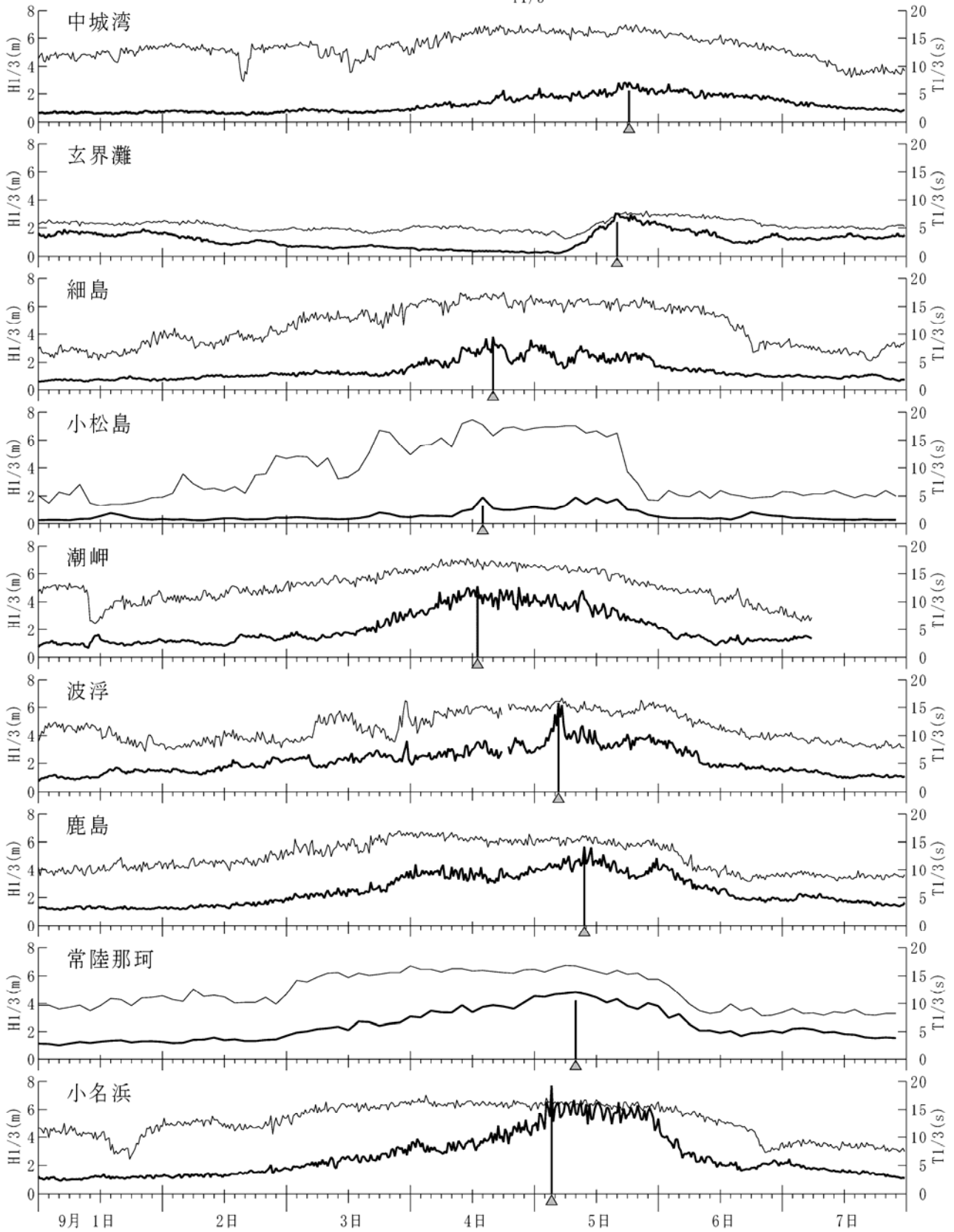


図-3.2(1) 有義波高・周期の経時変化 (台風 0612 号)

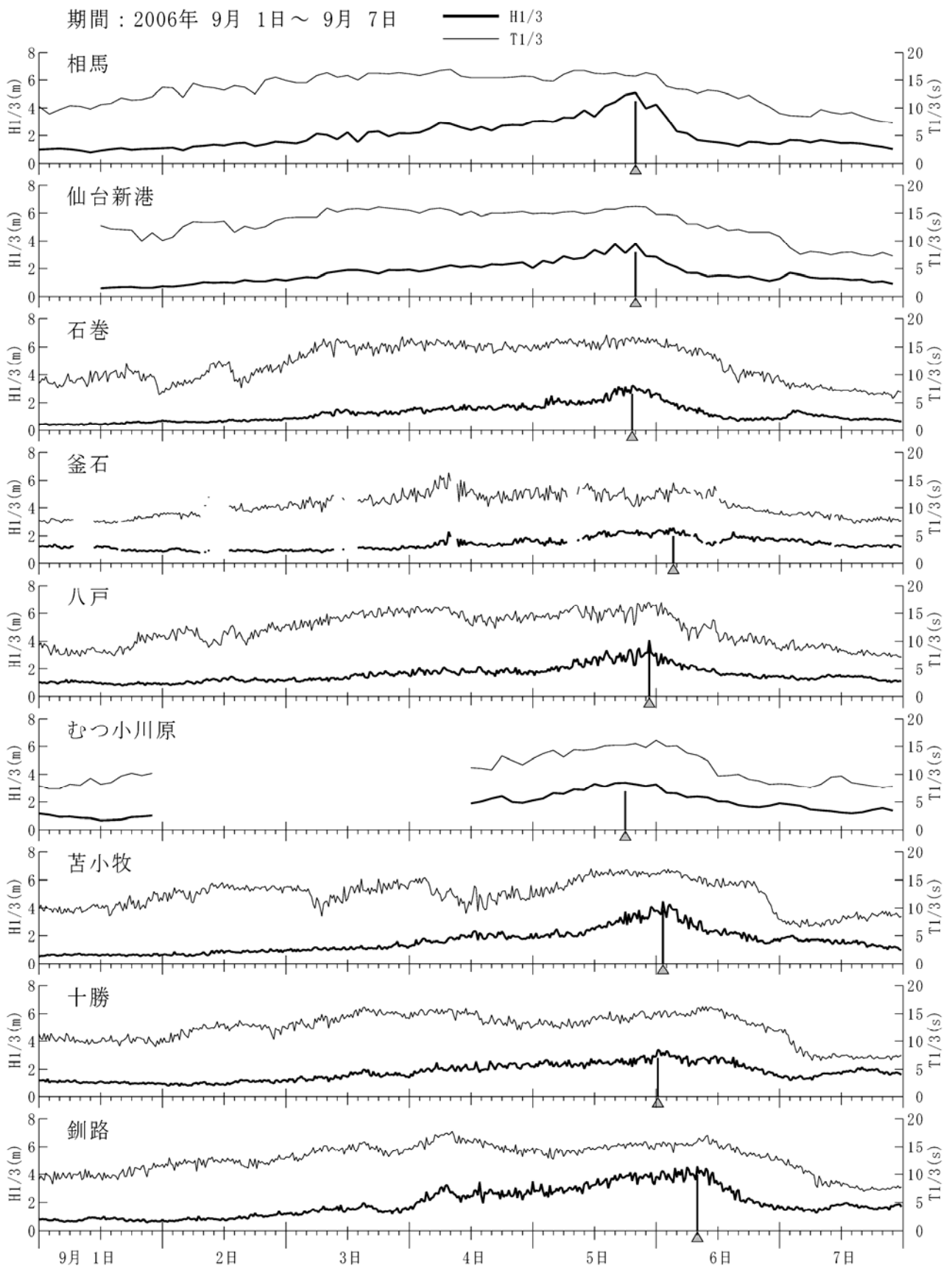


図-3.2(2) 有義波高・周期の経時変化 (台風 0612 号)

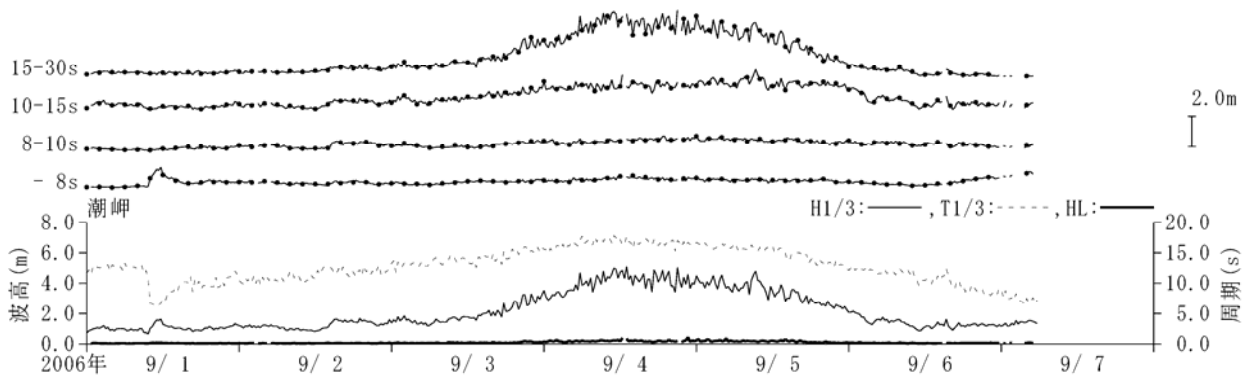


図-3.3 周期帯波高の経時変化 (台風 0612 号：潮岬)

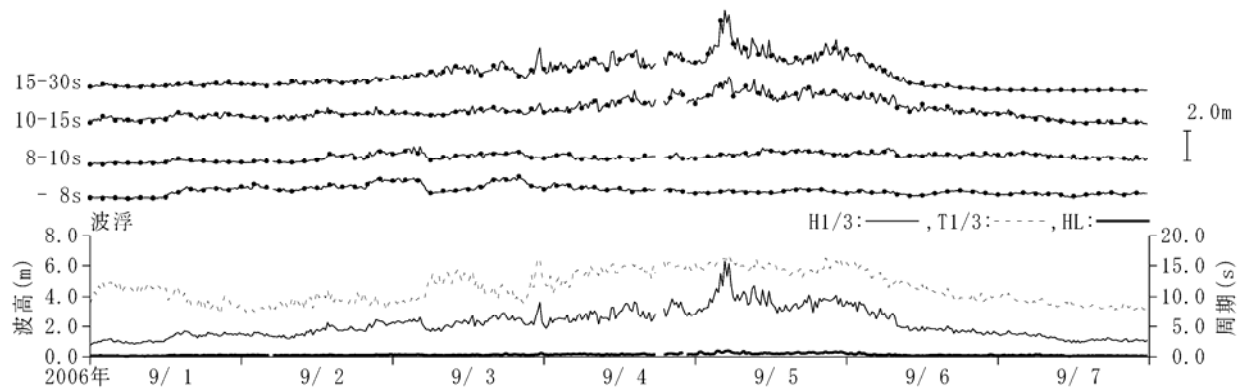


図-3.4 周期帯波高の経時変化 (台風 0612 号：波浮)

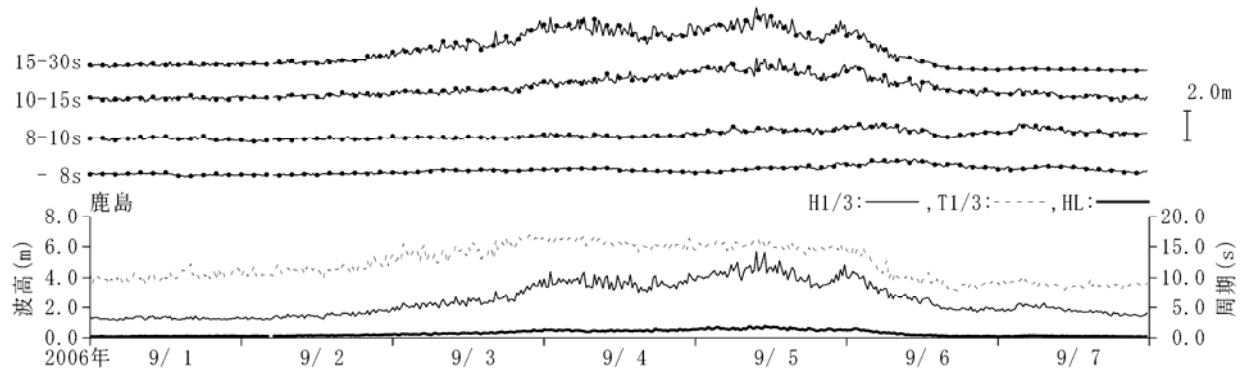


図-3.5 周期帯波高の経時変化 (台風 0612 号：鹿島)

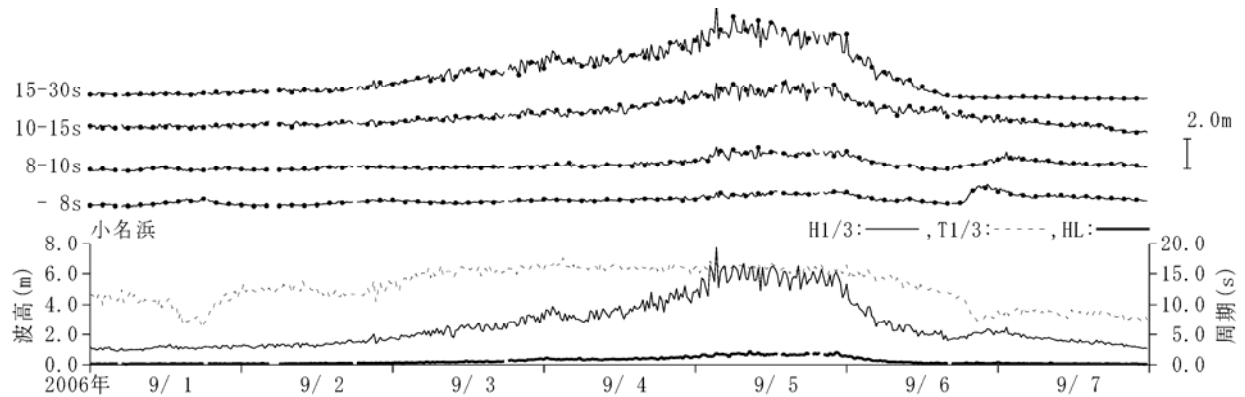


図-3.6 周期帯波高の経時変化 (台風 0612 号：小名浜)

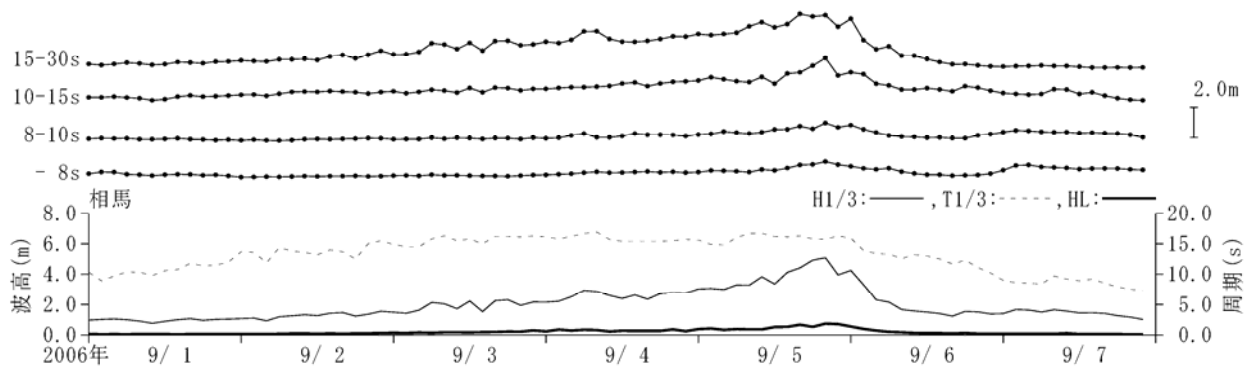


図-3.7 周期帯波高の経時変化 (台風 0612 号 : 相馬)

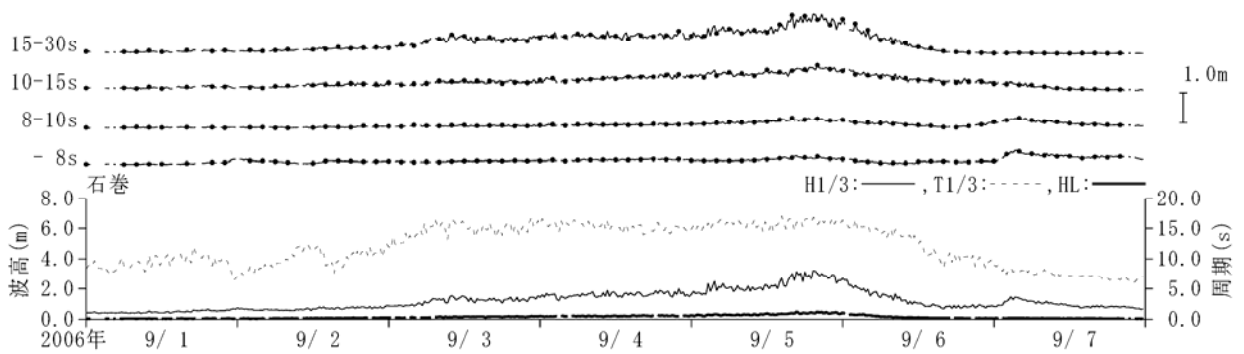


図-3.8 周期帯波高の経時変化 (台風 0612 号 : 石巻)

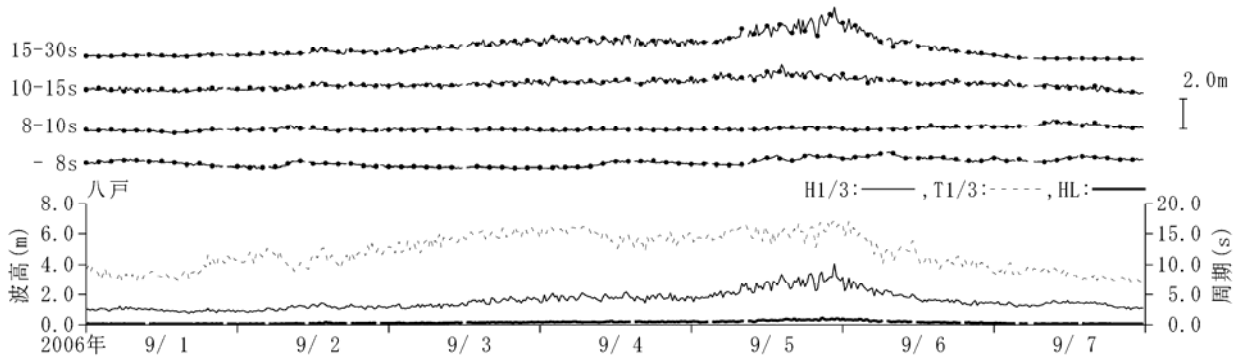


図-3.9 周期帯波高の経時変化 (台風 0612 号 : 八戸)

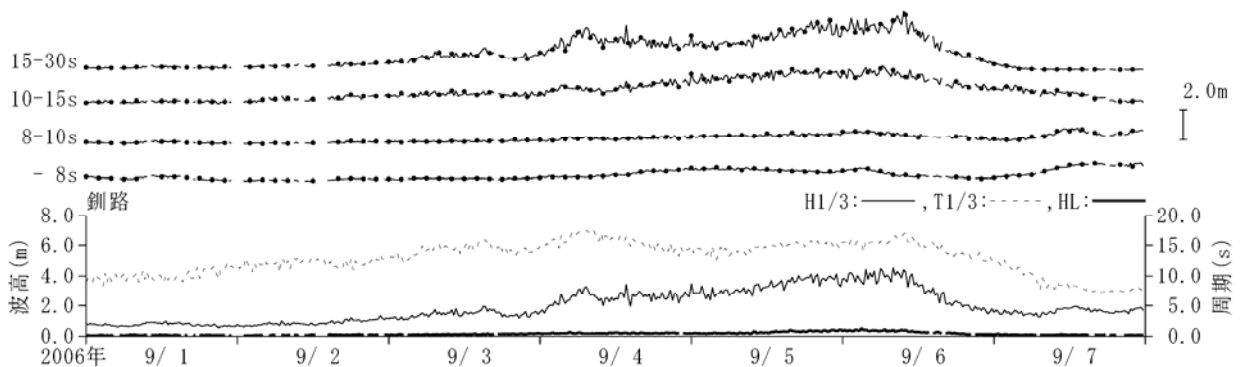


図-3.10 周期帯波高の経時変化 (台風 0612 号 : 釧路)

に限って見られたが、さらに北側の観測点である図-3.10の釧路では、6日早朝のピークの他に、4日早朝にも弱いピークが見られた。こうした、周期15-30sの周期帯換算波高の経時変化特性は、観測点の地形条件、台風進路と観測点との位置関係によって、観測点毎に若干異なっていたことはきわめて興味深く、今後の波浪推算（追算）結果との照合が期待される。

図-3.11は、小名浜沖で観測された波浪の周波数スペクトルを図化したものであり、それぞれ、9月5日4:00（3:50-4:10）、12:00（11:50-12:10）および20:00（19:50-20:10）におけるものである。それぞれの時点における有義波高は、6.13m、6.42m、6.30mであり、有義波周期は、16.4s、16.8s、16.4sであった。周波数スペクトルの図を見ると、3枚の図は、ほぼ似たような形状を示しており、0.06Hz（周期約17s）をピークとする単峰型の形状となっている。0.1Hz（周期10s）より高周波（短周期）側のスペクトル密度は、このピーク値に比べれば1オクタード以下の相対的に小さな値となっており、きわめて周期の長い十分に発達した波浪が、長時間継続して来襲した状況がよく理解できる。

図-3.12は、図-3.11に対応した時刻の方向スペクトルを示したものである。ここでは、方向スペクトルの算定は、橋本らによって開発されたEMEP法¹⁸⁾を用い、既往の文献と同様に、周波数分割数を49、方向分割数を88として算定した方向スペクトル密度を図化した^{13) - 15)}。方向スペクトルの図化結果を見ても、3枚の図はよく似た形状をしており、0.06Hz（周期約17s）付近の周波数に波浪のエネルギーが集中していることがよく理解できる。方向別の波浪エネルギー分布を見るとSEからSSEにかけて顕著なピークが見られるが、小名浜港は、北側が遮蔽されている地形条件であることを考えると、妥当な結果であると思われる。ただし、3時点に共通して、ほぼ反対方向であるWNW方向にも、弱いピークが見られる。小名浜港港外に位置する海象計と防波堤との位置関係から考えて、この弱いピークは、防波堤からの反射波の影響ではないかと推察される。すなわち、例えば仙台南港沖合でかつて行われた防波堤の反射率の測定結果から推察しても、周期の長い波浪ほど反射率が大きくなるのが一般的に確かめられているため¹⁹⁾、ここで見られたような極めて周期の長いうねりは、防波堤によって反射される影響も無視できないためであろう。このような防波堤からの反射波による双峰型の方向スペクトルは、新潟沖でも観測されている¹⁴⁾。

図-3.13は、釧路沖で観測された波浪の周波数スペクトルを図化したものであり、それぞれ、9月5日16:00

（15:50-16:10）、6日0:00（23:50-0:10）および6:00（5:50-6:10）におけるものである。それぞれの時点における有義波高は、3.93m、3.83m、4.57mであり、有義波周期は、15.2s、15.6s、16.0sであった。周波数スペクトルの図を見ると、3枚の図は、やはり、ほぼ似たような形状を示しており、0.06Hz（周期約17s）をピークとする単峰型の形状となっている。0.1Hz（周期10s）より高周波（短周期）側のスペクトル密度は、このピーク値に比べれば1オクタード以下の相対的に小さな値となっており、小名浜港と同様に、きわめて周期の長い十分に発達した波浪が、長時間継続して来襲した状況がよく理解できる。

図-3.14は、図-3.13に対応した時刻の方向スペクトルを示したものである。方向スペクトルの図化結果を見ても、3枚の図はよく似た形状をしており、0.06Hz（周期約17s）付近の周波数に波浪のエネルギーが集中していることがよく理解できる。方向別の波浪エネルギー分布を見るとSSE方向に顕著なピークが見られる単峰型の形状をしており、小名浜港で見られたような反射波の影響は現れていない。

4. 台風0613号の高波特性

図-4.1は、台風0613号の経路およびナウファス各波浪観測点における最大有義波を起時とともに示したものである。経路図上の黒点は、毎日4回（日本時間3:00、9:00、15:00および21:00の6時間毎）の台風中心位置を示している。

また、表-4.1は、高波を観測した、各観測点における最大有義波とその観測起時を一覧表にしたものである。ここに高波とは、例年の波浪観測年報で定義するところの観測点毎に設定される閾値となる有義波高を超える波浪を観測した事象として定義される³⁾。

台風0613号は、9月10日頃我国のはるか南の北緯約17度、東経約135度の海上で発生した後、ゆっくりと北西に移動しながら発達を続けた。9月14日から15日にかけて、沖縄本島の南海上の北緯約20度、東経約125度付近で中心気圧は950hPaを下回り、進行方向を西から北に変え、さらに発達を続けながら北上した。9月16日9:00頃には、沖縄県石垣島付近で最盛期となり中心気圧は925hPaまで発達した後、進路を北方向から北東方向に変えた。その後は、17日の昼から夜にかけて九州北西岸をかすめ、18日から19日にかけて日本海を北西に進んだ。20日早朝には北海道北部に上陸し、20日にオホーツク海側に抜けるまで、強い勢力を保った台風であり、沖縄県や九州西岸をはじめとした我国全体の沿岸海域に

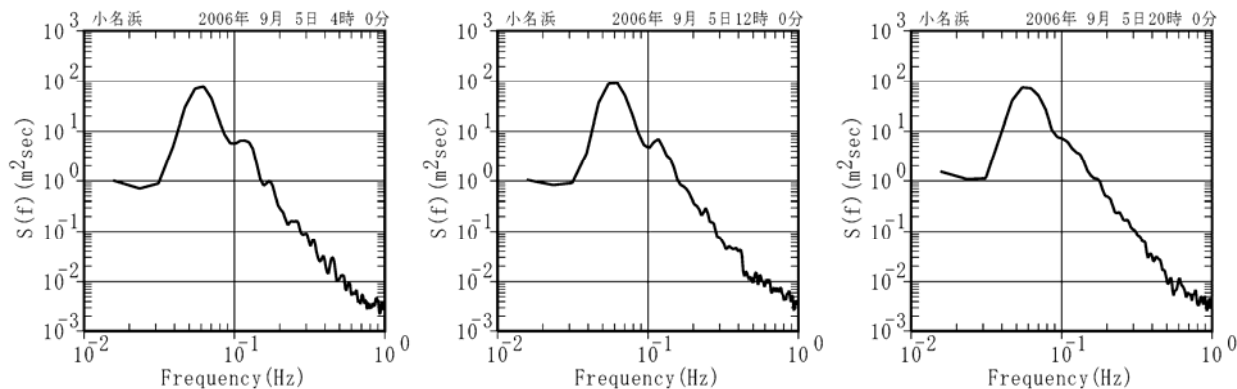


図-3.11 周波数スペクトル (小名浜 : 5日 4:00, 12:00, 20:00)

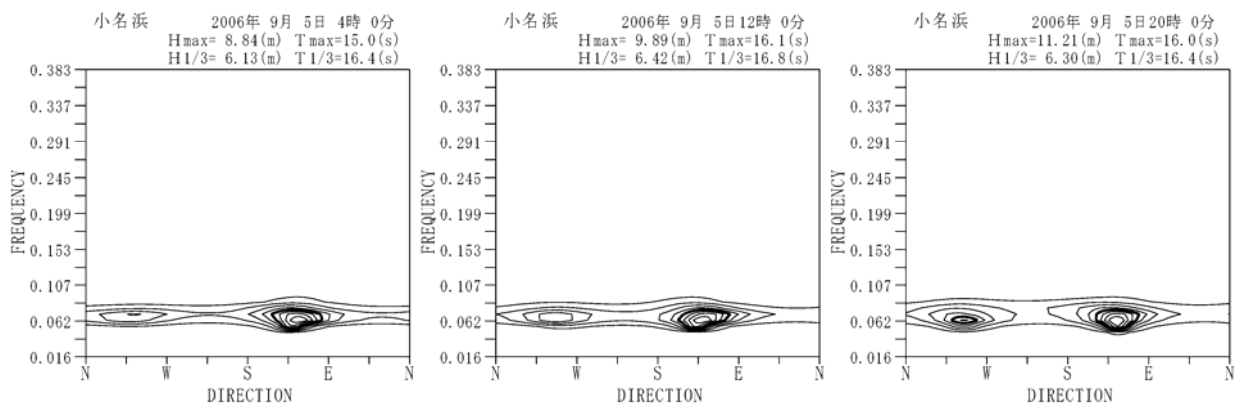


図-3.12 方向スペクトル (小名浜 : 5日 4:00, 12:00, 20:00)

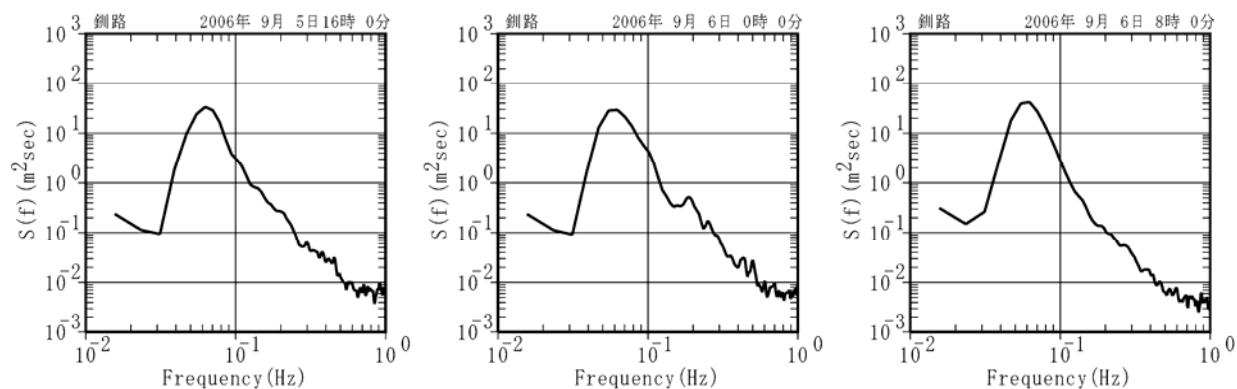


図-3.13 周波数スペクトル (釧路 : 5日 16:00, 6日 0:00, 8:00)

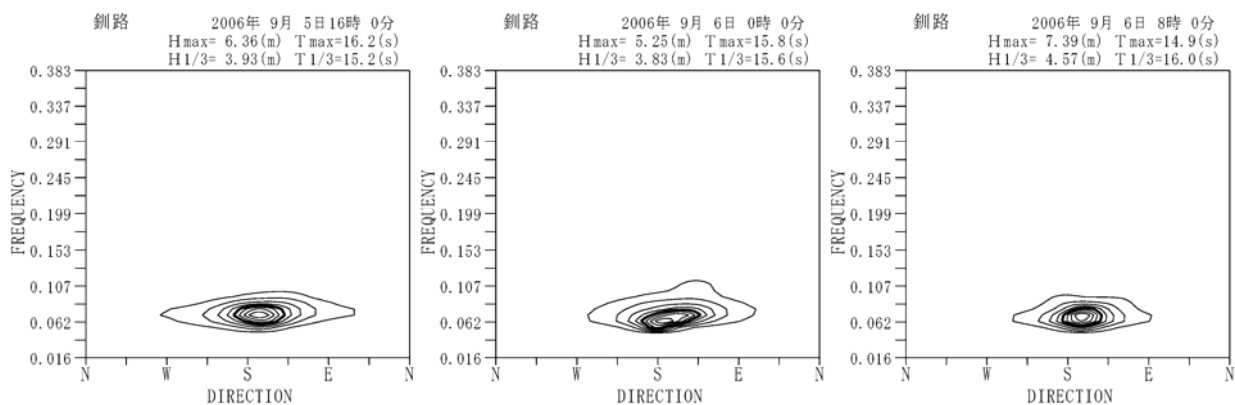
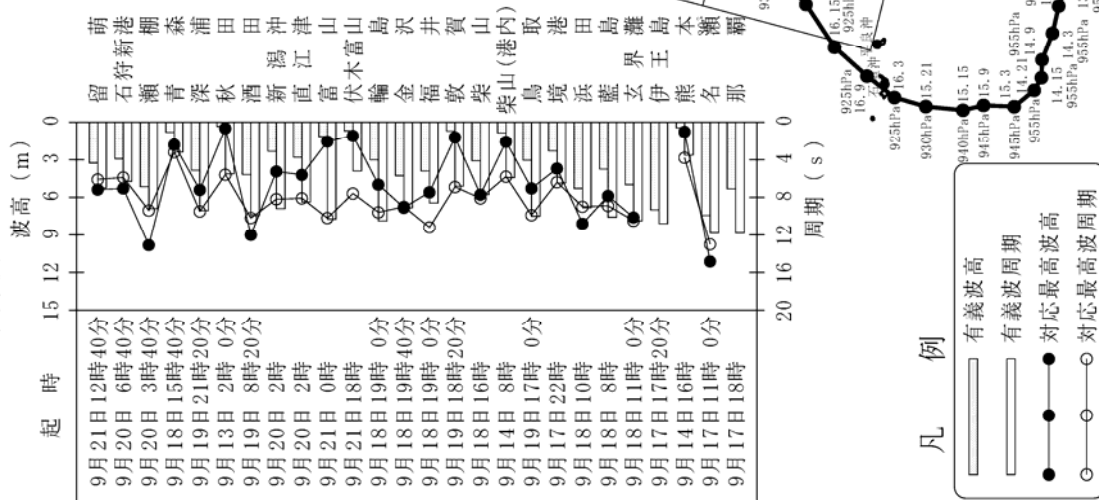


図-3.14 方向スペクトル (釧路 : 5日 16:00, 6日 0:00, 8:00)

日本海側



太平洋側

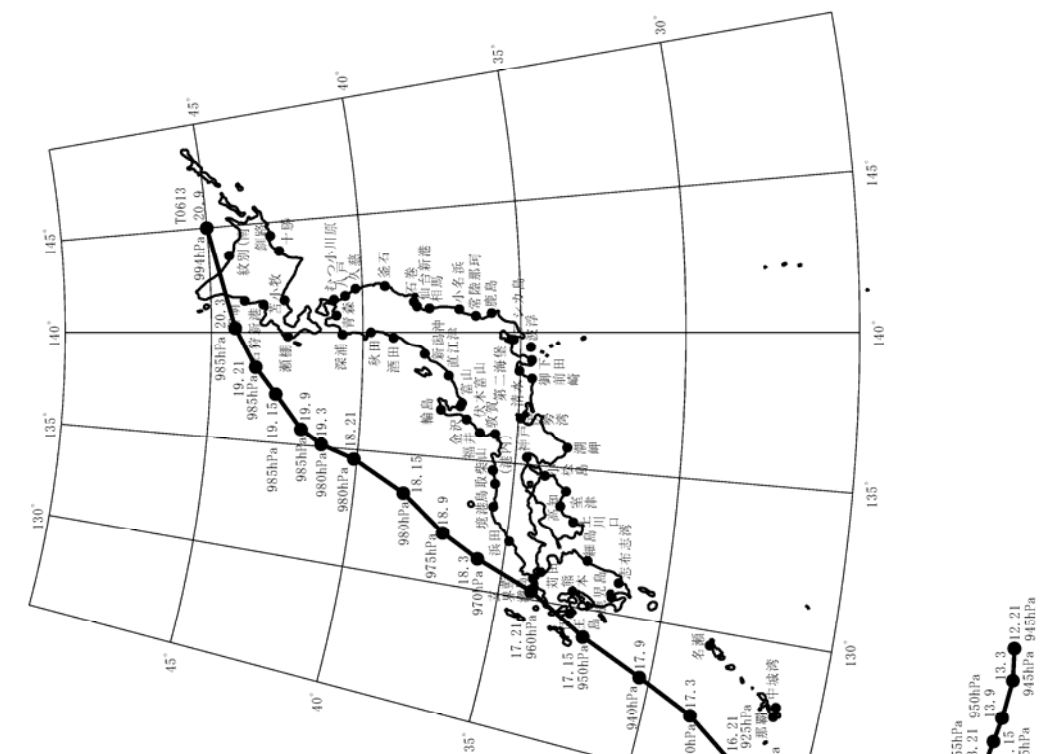
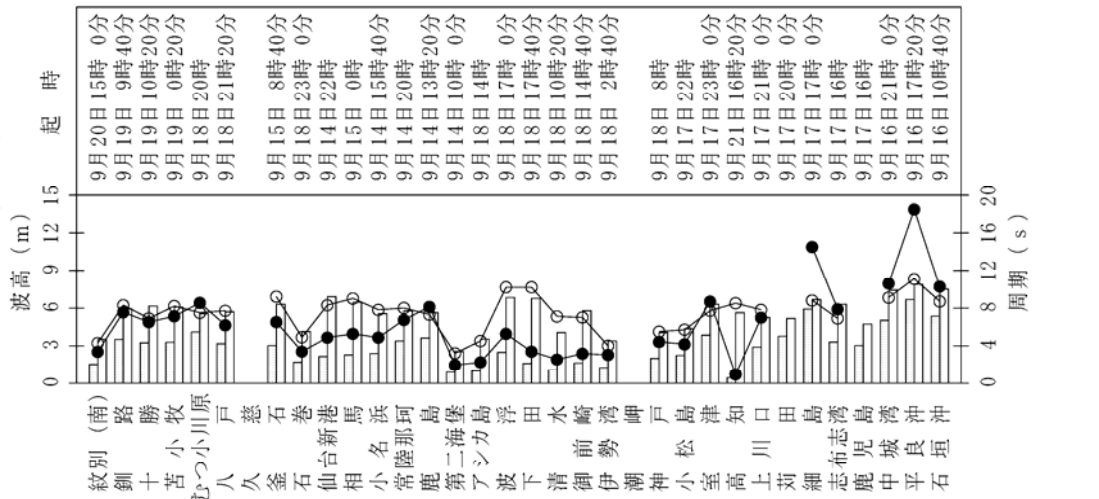


図-4.1 気象じょう乱時における各観測点における各観測点の最大有義波 (台風0613号)

表-4.2 最大有義波とその観測起時（台風 0613 号）

観測地点名	06年 9月13日~06年 9月21日				
	有義波		対応最高波		起時
	波高	周期	波高	周期	
○ 留萌	3.26m	7.0s	5.39m	6.1s	9月21日12時40分
○ 瀬棚	5.15	9.2	9.82	9.4	9月20日3時40分
○ 深浦	3.86	9.4	5.41	9.5	9月19日21時20分
○ 酒田	4.18	9.9	9.01	10.2	9月19日8時20分
○ 輪島	3.01	10.5	4.99	9.6	9月18日19時0分
○ 金沢	4.28	9.1	6.83	9.0	9月18日19時40分
○ 福井	3.90	8.6	5.60	11.2	9月18日19時0分
○ 柴山	3.09	7.7	5.79	8.1	9月18日16時
○ 鳥取	3.04	10.0	5.29	9.9	9月19日17時0分
境港	2.30	6.5	3.71	6.4	9月17日22時
浜田	5.29	9.1	8.10	9.0	9月18日10時
藍島	3.75	10.1	5.89	8.9	9月18日8時
○ 玄界灘	4.98	10.5	7.61	10.5	9月18日11時0分
○ 伊王島	* 7.00	10.8	—	—	9月17日17時20分
○ 名瀬	7.44	11.8	11.13	13.0	9月17日11時0分
那覇	5.33	11.8	—	—	9月17日18時
○ 釧路	3.50	7.9	5.66	8.3	9月19日9時40分
○ 十勝	3.24	8.2	4.88	6.9	9月19日10時20分
○ 苫小牧	3.27	8.1	5.34	8.2	9月19日0時20分
むつ小川原	4.09	7.4	6.40	7.5	9月18日20時
○ 八戸	3.16	7.6	4.63	7.7	9月18日21時20分
○ 釜石	3.02	8.4	4.88	9.2	9月15日8時40分
○ 石巻	1.69	5.5	2.54	4.9	9月18日23時0分
仙台新港	2.14	9.2	3.65	8.3	9月14日22時
相馬	2.27	8.6	3.95	9.0	9月15日0時
○ 小名浜	* 2.38	7.4	3.65	7.8	9月14日15時40分
常陸那珂	3.38	7.7	5.05	8.0	9月14日20時
○ 鹿島	3.62	7.5	6.09	7.3	9月14日13時20分
○ 伊勢湾	1.25	4.5	2.27	4.0	9月18日2時40分
神戸	2.00	5.4	3.31	5.5	9月18日8時
小松島	2.23	5.8	3.12	5.7	9月17日22時
○ 室津	3.85	8.4	6.51	7.7	9月17日23時0分
○ 上川口	2.90	7.0	5.23	7.8	9月17日21時0分
○ 荻田	3.76	6.9	—	—	9月17日20時0分
○ 細島	5.92	8.9	10.88	8.8	9月17日17時0分
志布志湾	3.28	8.4	5.90	6.9	9月17日16時
鹿児島	3.02	6.3	—	—	9月17日16時
○ 中城湾	5.01	9.9	7.95	9.1	9月16日21時0分
○ 平良沖	* 6.68	10.5	13.85	11.1	9月16日17時20分
○ 石垣沖	* 5.36	10.0	7.71	8.7	9月16日10時40分

注) *印は波高ピーク付近に欠測あり。○印は連続観測地点である。

高波浪をもたらした。

図-4.2 に、台風 0613 号来襲前後の主な高波浪観測点における有義波高・周期の経時変化を示す。図-4.2 における観測点の順序は、以下の考え方で表示している。すなわち、東シナ海および日本海側の観測点（名瀬・伊王島・玄界灘・藍島・浜田・福井・金沢・酒田・深浦・瀬棚・留萌）を南から北に並べ、次に、太平洋沿岸の比較的外洋に面している観測点（中城湾・志布志・細島・上川口・室津・小松島・鹿島・常陸那珂・小名浜・相馬・仙台新港・石巻・釜石・八戸・むつ小川原・苫小牧・十勝・釧路）を南から北に並べ、最後に、地形の遮蔽影響の強い観測点（石垣沖・平良沖・鹿児島・荻田・神戸・伊勢湾）を南から北に並べている。

台風の経路が東シナ海から日本海を通過したものであったため、本台風の通過によって、東シナ海および日本海沿岸で特に顕著な高波が見られた。例えば、名瀬では台風 0613 号は、その西側約 100km の海上を東北方向に移動し、17 日の午前中に最も台風が近接したが、台風通過後の 17 日午前中になってから急速に波が発達し、11:00 に極大有義波高 7.44m、有義波周期 11.8s を観測している。その他の東シナ海および日本海沿岸のナウファス波浪観測点でも、概して波浪の発達には、台風通過直後に、17 日から 19 日にかけて、非常に急速に見られている。

東シナ海および日本海側の観測点における経時変化を比べると、名瀬で 9 月 17 日昼頃に有義波高がピークとなった後、伊王島では 17 日夕刻、藍島から金沢では 18

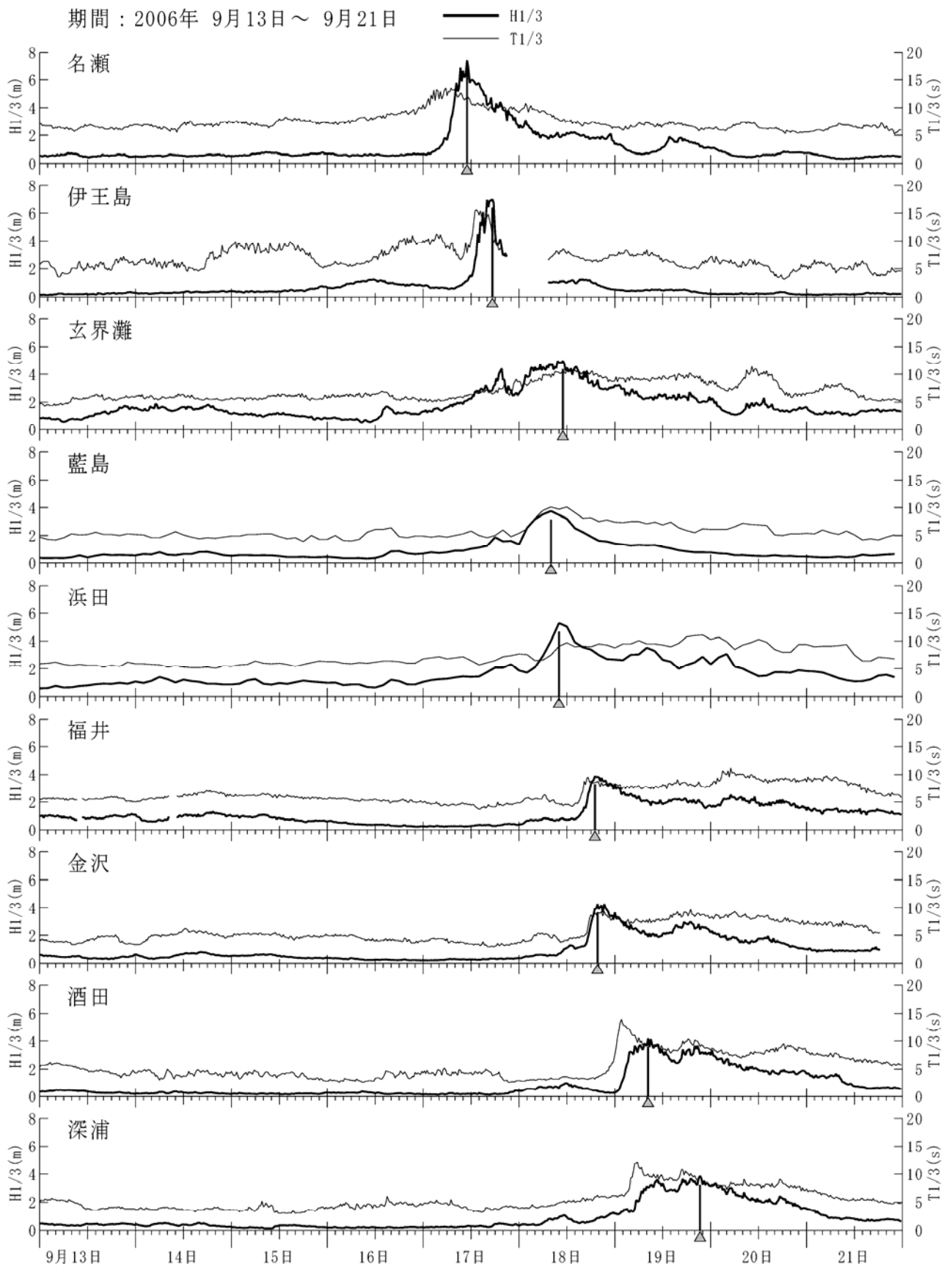


図-4.2(1) 有義波高・周期の経時変化 (台風 0613 号)

期間：2006年 9月13日～ 9月21日

— H1/3
— T1/3

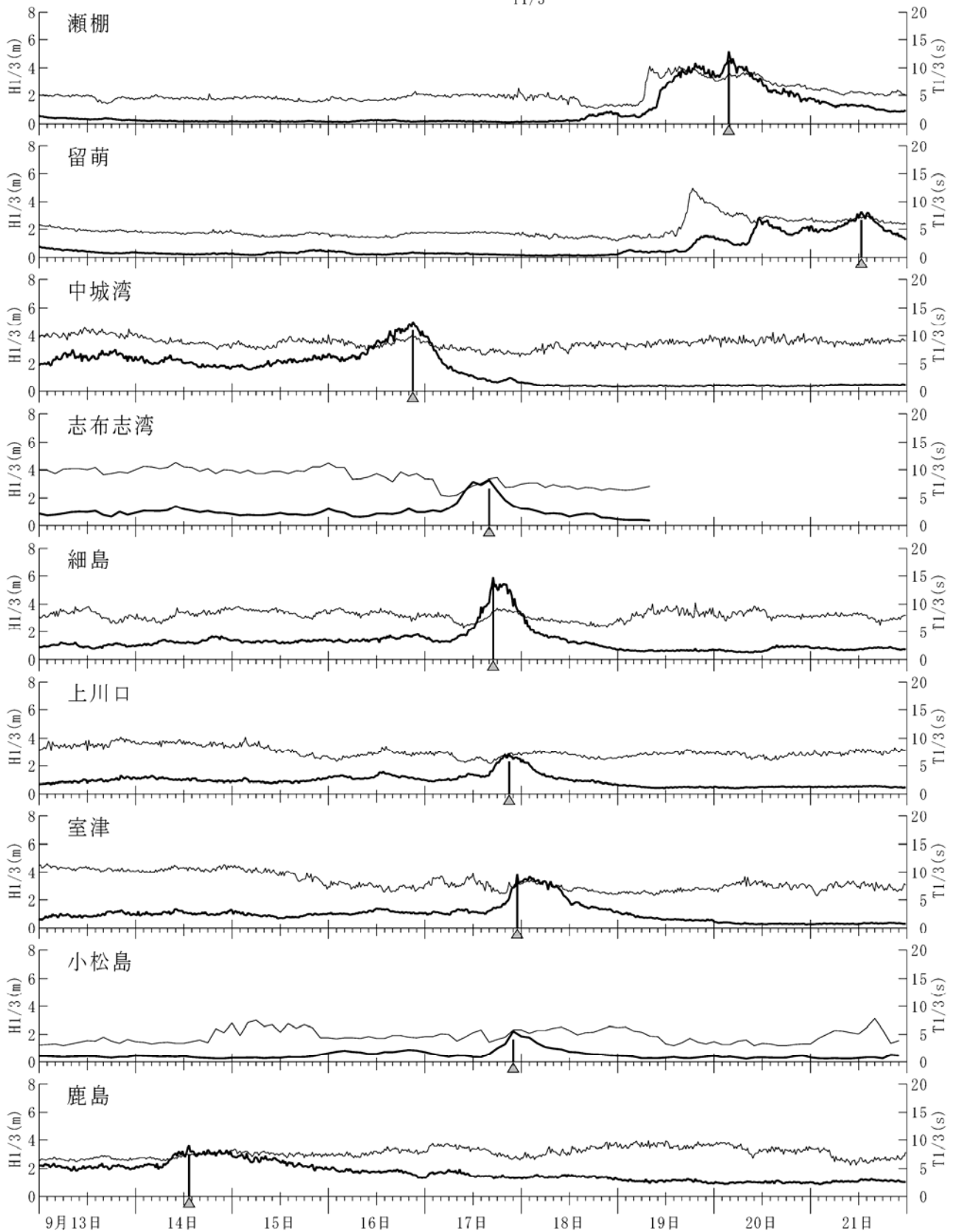


図-4.2(2) 有義波高・周期の経時変化 (台風 0613 号)

期間：2006年 9月13日～ 9月21日

— H1/3
— T1/3

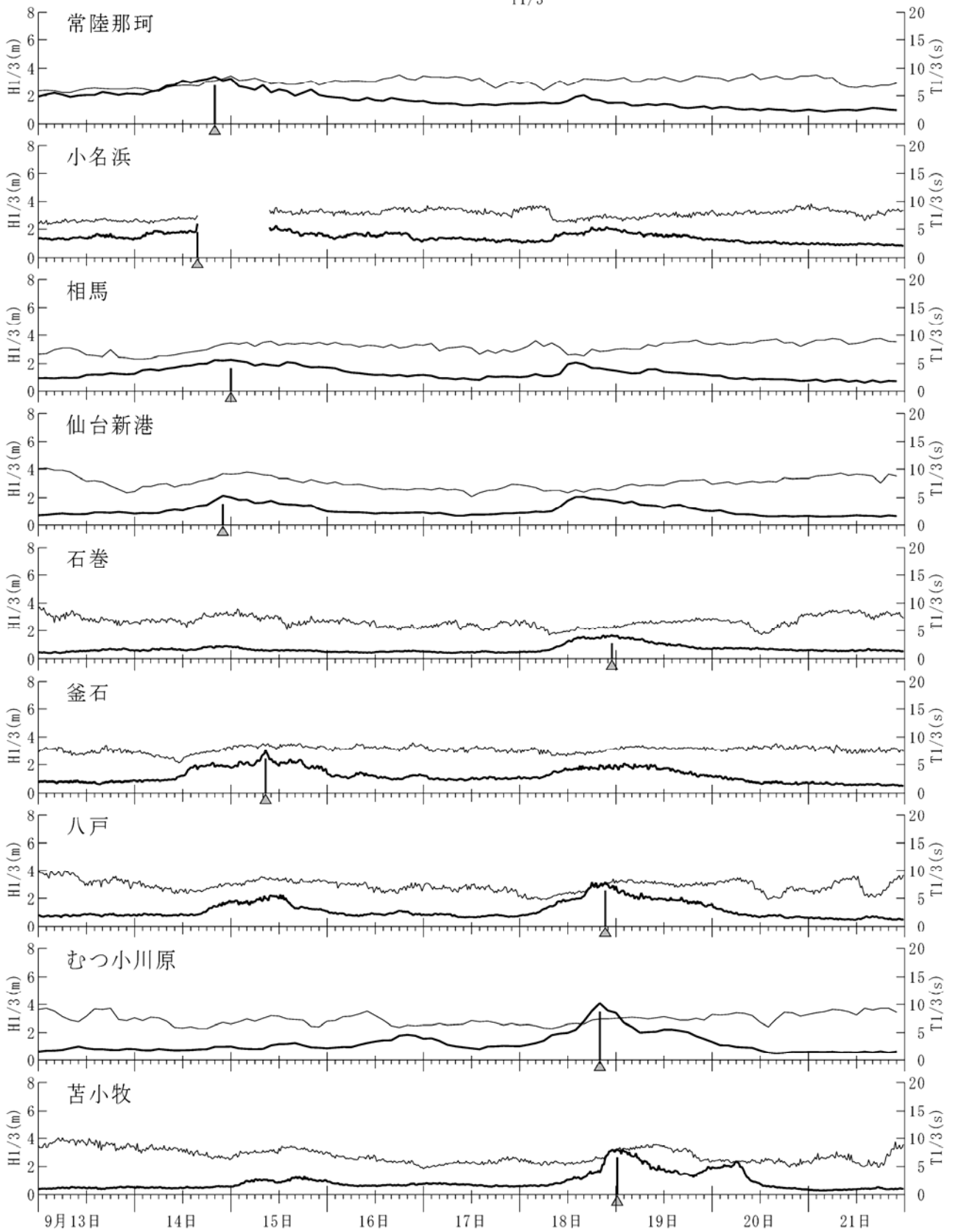


図-4.2(3) 有義波高・周期の経時変化(台風0613号)

期間：2006年 9月13日～ 9月21日

— H1/3
— T1/3

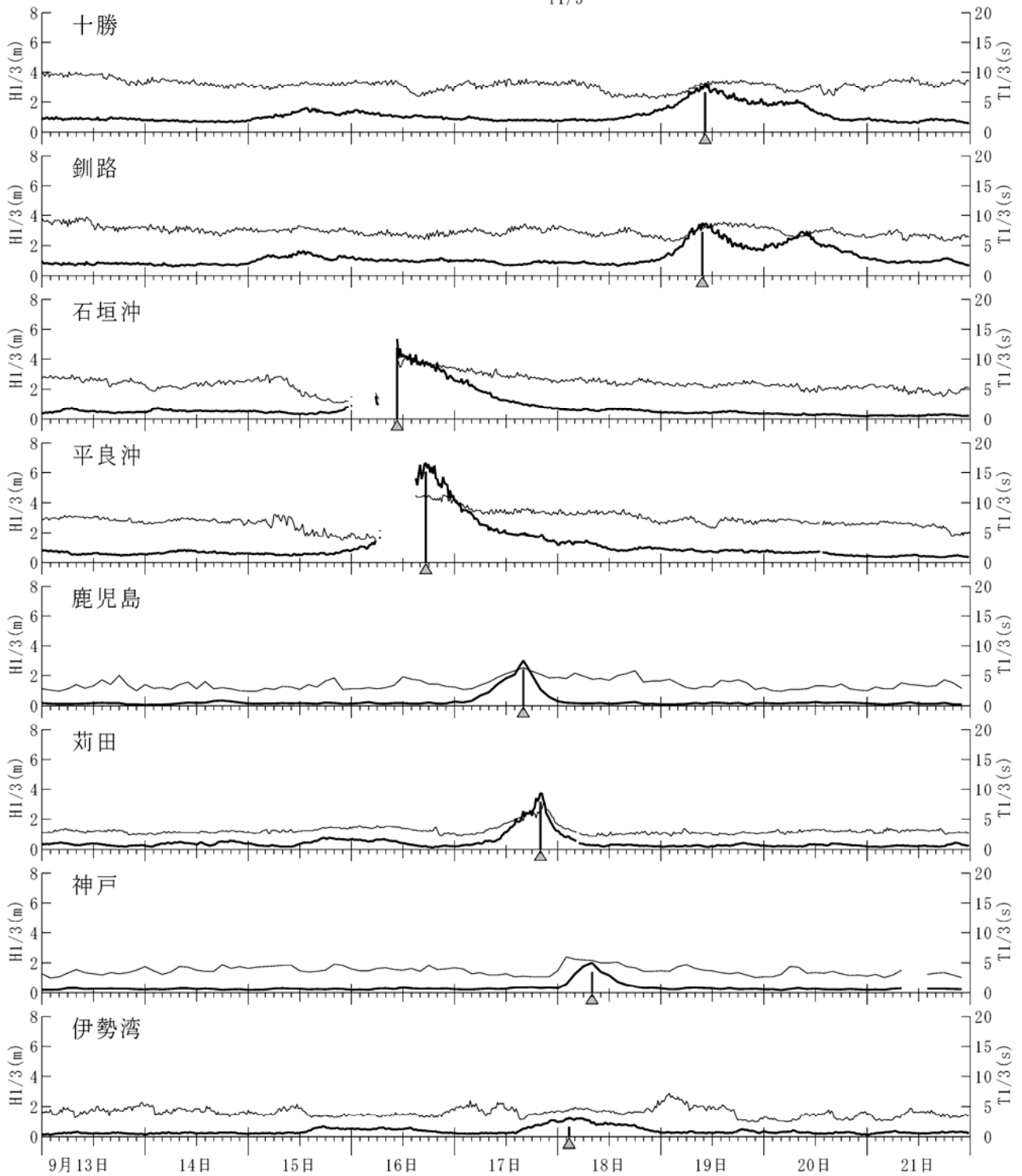


図-4.2(4) 有義波高・周期の経時変化 (台風 0613 号)

日、酒田から深浦では19日、瀬棚から留萌では20日と、ピークが北上するほど遅れている状況がはっきりと見られる。これは、台風の移動にほぼ対応するものであった。酒田以北では、急速な波浪の発達後、高波浪状態が比較的長く続いた。

これに対して、台風が九州や本州などの陸地の反対側にあった太平洋沿岸のナウファス各波浪観測点では、比較的波浪の発達はゆっくりであった。

石垣沖および平良沖では、波浪の発達期にあった9月16日午前中に、それぞれ半日程度の間欠測が見られたが、それぞれ、2005年に観測開始してからの既往最大有義波を観測した。有義波高がピークとなる頃の有義波周期は、ともに10s程度であり、台風0612号に比較して比較的短かった。これは、両観測点ともに台風経路に極めて近く、強風によって風波が短い時間内に発達したためであると考えられる。同時に、両観測点は、それぞれ、石垣島と竹島、宮古島と伊良部島の影響によって、東西からの波浪が遮蔽されるため、東西からの発達したうねりが伝わりにくくなっていることも、周期が比較的短かった要因であると考えられる。

この他の地形による遮蔽の影響を強く受ける内湾のナウファス波浪観測点である鹿児島、荇田、神戸、伊勢湾の各観測点でも、当該観測点としては非常に顕著な高波をそれぞれ観測しているが、それぞれの波浪の発達方向が比較的狭い範囲に限られているため、それぞれ、17日夕刻から18日未明にかけて、高波浪状態が観測された期間は短かった。

図-4.3から図-4.8に、名瀬、伊王島、玄界灘、金沢、深浦、荇田の各観測点におけるスペクトル解析結果を、周期帯波高の経時変化図として示す。なお、急速な波浪の発達が見られた名瀬、荇田および伊王島では、気泡等の混入によるためであると推定されるが、超音波による水面変動観測が必ずしもうまくいかなかったが、併設された水圧センサーによる海底における水圧変動記録を用いて、スペクトルを算定し、周期帯波高諸元を得ることができた¹¹⁾。

図-4.3に示す名瀬における周期帯波高の経時変化を、図-4.1の台風経路図と比較すると、台風が最接近した17日6:00までは、いずれの周期帯波高も低かったことがわかる。すなわち台風通過後に、風向が変わった後に、波

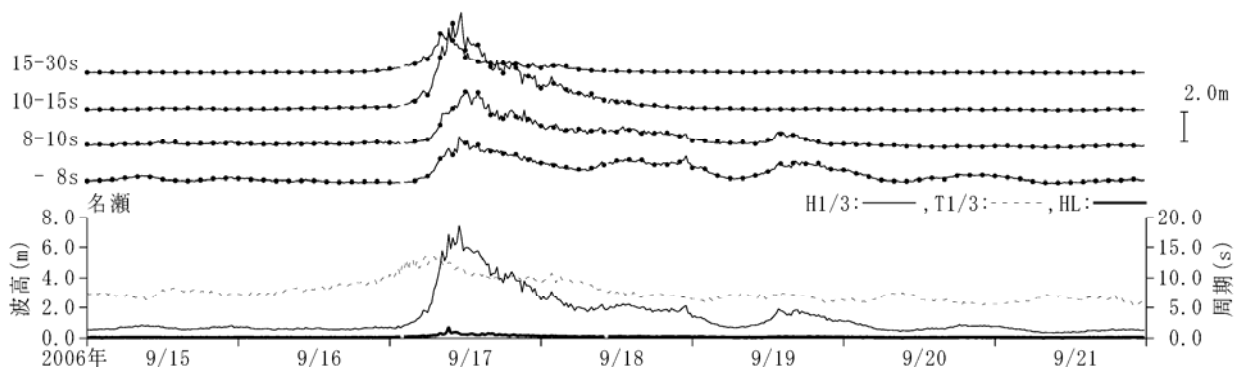


図-4.3 周期帯波高の経時変化（台風0613号：名瀬）

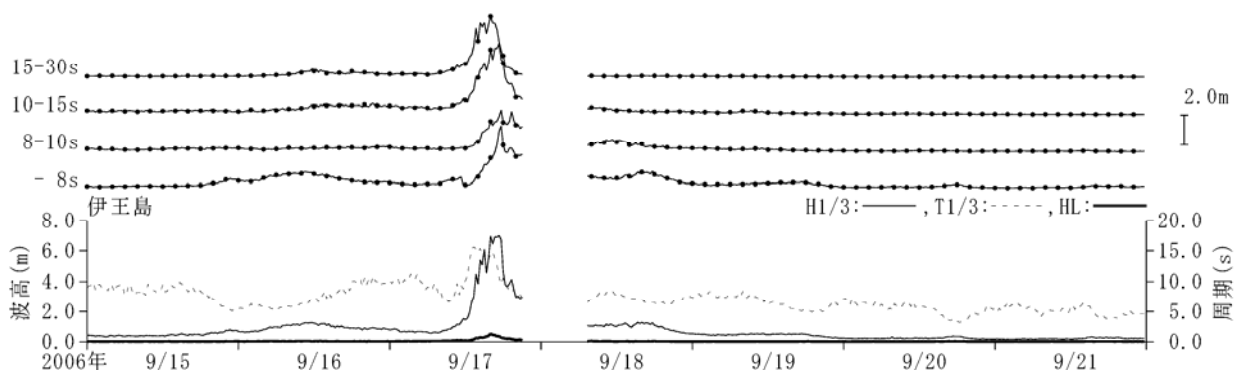


図-4.4 周期帯波高の経時変化（台風0613号：伊王島）

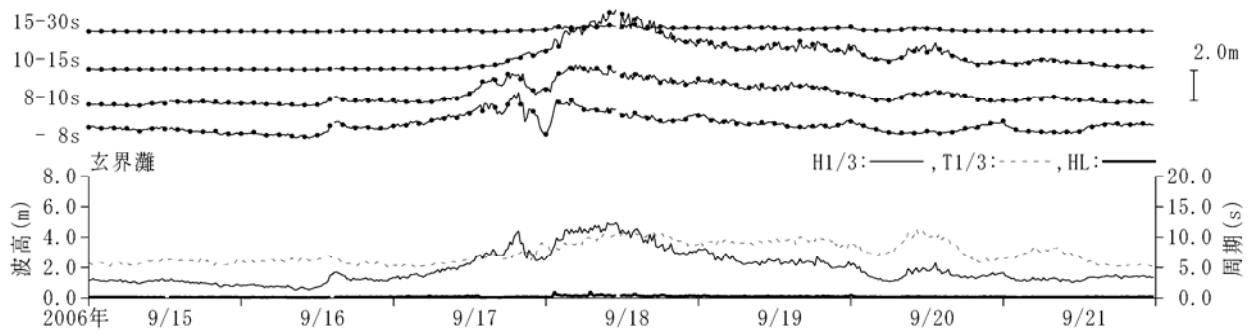


図-4.5 周期帯波高の経時変化 (台風 0613 号 : 玄界灘)

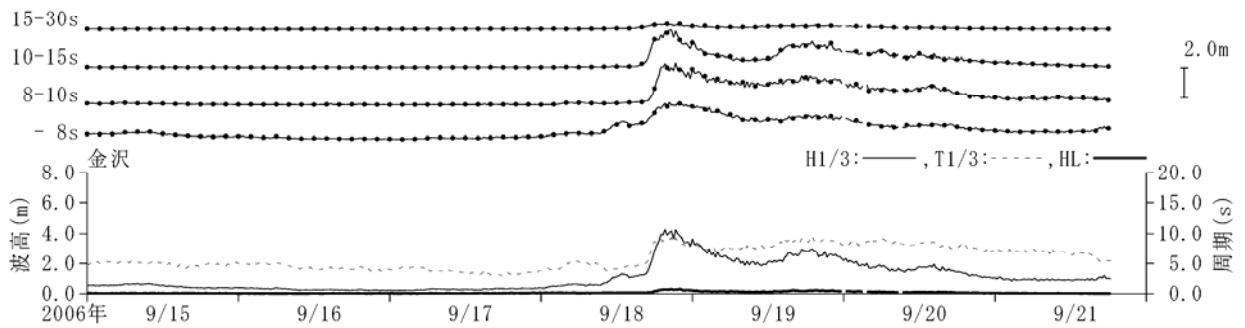


図-4.6 周期帯波高の経時変化 (台風 0613 号 : 金沢)

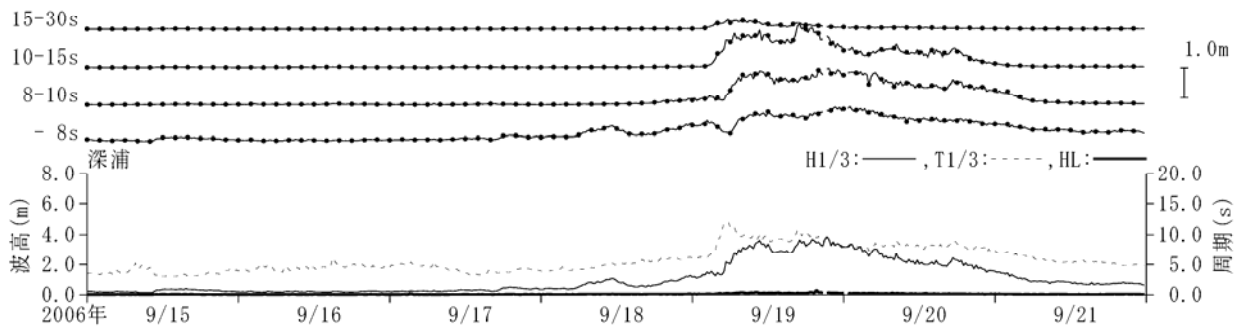


図-4.7 周期帯波高の経時変化 (台風 0613 号 : 深浦)

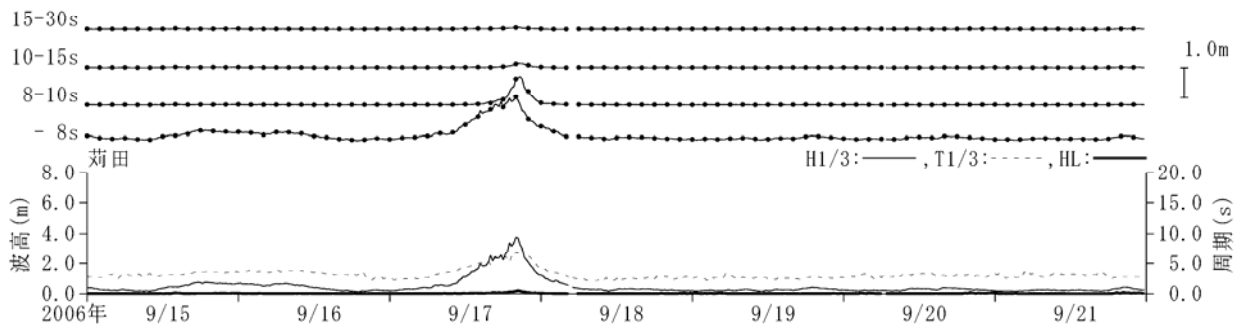


図-4.8 周期帯波高の経時変化 (台風 0613 号 : 菊田)

浪は急激に発達をしたことが理解できる。ここで、周期 10-15s の周期帯波高と 15-30s の周期帯波高は、そのピークとなる時刻が若干ずれており、前者は 17 日 9:00 頃にピークとなったのに対して、後者は 12:00 頃にピークとなっており、2-3 時間程度ピーク時刻が遅れていた。これは、波浪の発達過程に対応しており、波浪は、その発達とともに、短周期側から長周期側に徐々にエネルギーがシフトしていくためであろう。なお、周期 15s を超える長周期波浪成分もピーク時には換算波高として 4m 程度まで発達したが、その後急速に減衰し、17 日の夜以降はほとんどゼロに近い値となった。台風 0612 号では、太平洋側の各観測点で周期 15s を超える長周期波浪成分の持続時間が長かったことに比べて対照的な特徴であるが、太平洋沿岸では吹走距離が極めて長く、台風が南東海上にて長期間滞留した台風 0612 号の場合と、東シナ海沿岸では吹走距離が比較的短く、かつ台風の滞留時間も比較的短かった台風 0613 号の場合の、相違であろう。

図-4.4 は、伊王島における周期帯波高の経時変化を示したものであるが、伊王島では、各周期帯成分に共通して、波浪の発達と減衰が、名瀬よりもより短時間の間に見られた。このため、周期帯毎のピーク時刻差はほとんど見られなかった。これは、本台風は、伊王島では名瀬とは異なり、直近を台風が通過したことと、台風通過後もなく台風は日本海に抜け、伊王島には台風による風浪が届きにくくなったためであろうが、やはり、今後の波浪推算による検討が望まれる。

図-4.5 の玄界灘における周期帯波高の経時変化を見ると、台風が通過した 17 日 15:00 以降に急激に波浪が発達したことは、東シナ海沿岸の名瀬や伊王島に共通した事象であるが、その後の高波浪が比較的長時間持続したのが特徴的である。また、周期 10-15s の周期帯の換算波高が卓越しており、これに対して周期 15s を超える周期帯の波浪エネルギーは小さかった。こうした特長は、図-4.6 や図-4.7 に見られる日本海沿岸のさらに北側に位置する金沢や深浦でも同様であった。これは、台風が日本海に達したときには、既に勢力がかなり衰えており、周期 15s を超える長周期成分波を発達させるには至らなかった反面、比較的ゆっくりと日本海を北上したため、波浪の持続時間は長かったのであろう。

図-4.8 に示す荊田では、内湾観測点の特徴的な経時変化が見られた。すなわち、吹走距離の制約によって、波浪の発達は限定され、周期 10s 以上の波浪成分はほとんど見られなかった。17 日の昼頃から、まず周期 8s 以下の短周期の波浪が発達を始めた後、周期 8s 以上の比較的周期の長い成分は、台風が最も近くを通過した 17 日の夜

間だけに見られたことがわかる。

図-4.9 は、名瀬沖で観測された波浪の周波数スペクトルを図化したものであり、それぞれ、9 月 17 日 6:00 (5:50-6:10)、8:00 (7:50-8:10) および 10:00 (9:50-10:10) におけるものである。それぞれの時点における有義波高は、1.65m、4.84m、6.64m であり、有義波周期は、12.2s、13.3s、11.8s であった。周波数スペクトルの図を見ると、3 枚の図は、いずれも単峰型であったが、ピークとなる周波数(周期)は、0.06Hz(周期約 17s)から 0.08Hz(周期約 12s)へと時間の経過とともに高周波(短周期)側にシフトし、ピークの高さが増大していく状況が、よく理解できる。図-3.11 から図-3.14 に例示された台風 0612 号に伴ううねりによる高波浪は時間的な変化がきわめてゆっくりであったのとは対照的に、台風 0613 号では、台風が比較的近くを通過したため、波浪の変化がきわめて急速であったことが理解できる。

図-4.10 は、図-4.9 に対応した時刻の方向スペクトルを示したものである。名瀬沖における方向スペクトルは、いずれの図でも単峰型となっており、波浪の来襲は、W から WSW 方向に集中していた。ただし、ピーク周波数(周期)は、時間の経過とともに高周波(短周期)側にシフトしている。

図-4.11 は、金沢沖で観測された波浪の周波数スペクトルを図化したものであり、それぞれ、9 月 18 日 18:00 (17:50-18:10)、22:00 (21:50-22:10) および 19 日 2:00 (1:50-2:10) におけるものである。それぞれの時点における有義波高は、2.84m、3.86m、2.92m であり、有義波周期は、8.7s、8.6s、7.6s であった。周波数スペクトルの図を見ると、波浪の発達期である 18 日 18:00 には、周波数(周期) 0.09Hz(周期約 11s)に強いピークが、周波数(周期) 0.2Hz(周期約 5s)に弱いピークが存在する双峰型であったが、その後は、両者のピークが統合され単峰型となっている。単峰型スペクトルのピーク周波数(周期)は、18 日 22:00 には 0.1Hz(周期約 10s)、19 日には 0.11Hz(周期約 9s)と、徐々に高周波(短周期)にシフトしていった模様である。3 時点のピーク周期付近のエネルギー密度があまり変化していない中で有義波高が前述したように変化したのは、18 日 18:00 から 22:00 にかけては 0.1Hz(周期 10s)から 0.2Hz(周期 5s)の間のエネルギー密度が増加し、18 日 22:00 から 19 日 2:00 にかけては 0.1Hz(周期 10s)よりも低周波(長周期)のエネルギー密度が減衰したためであることがわかる。

図-4.12 は、図-4.11 に対応した時刻の方向スペクトルを示したものである。金沢沖における方向スペクトルは、いずれの図でも単峰型となっており、波浪の来襲は、W

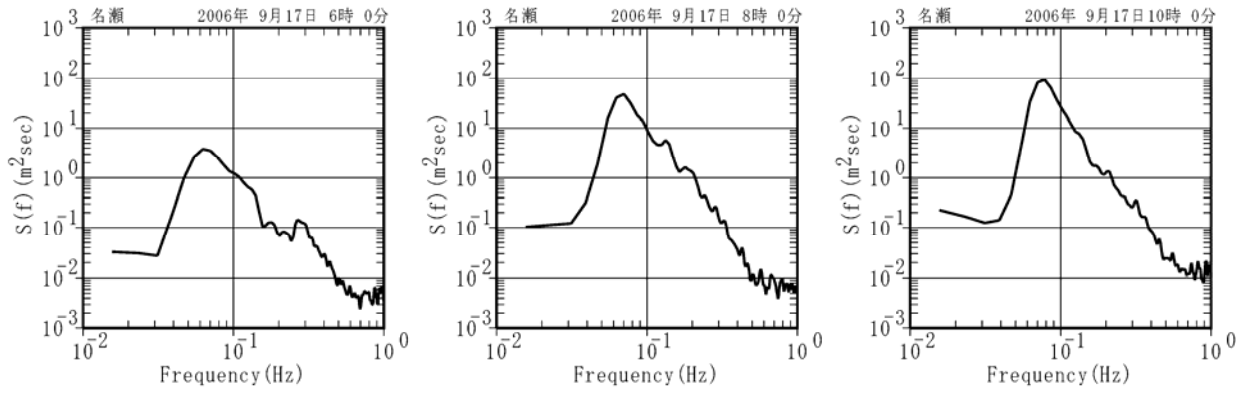


図-4.9 周波数スペクトル (名瀬 : 17日 6:00, 8:00, 10:00)

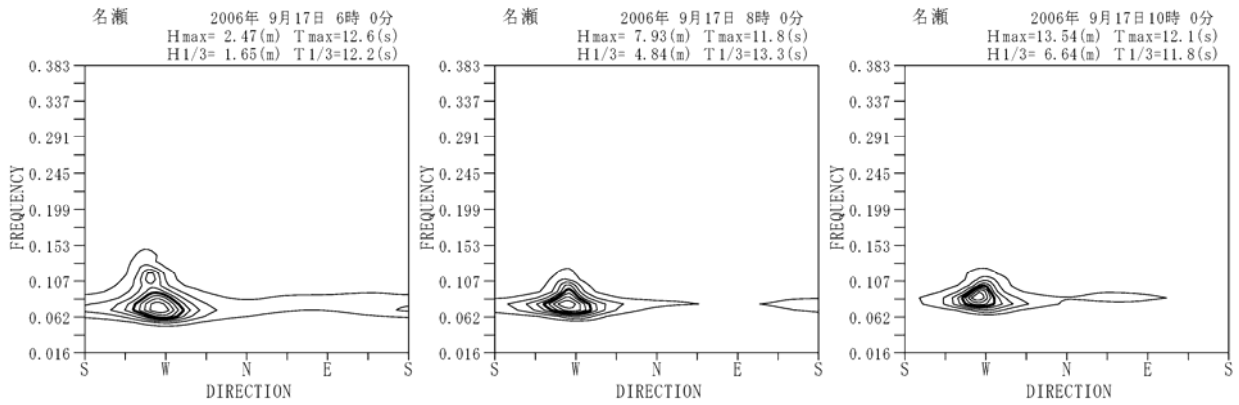


図-4.10 方向スペクトル (名瀬 : 17日 6:00, 8:00, 10:00)

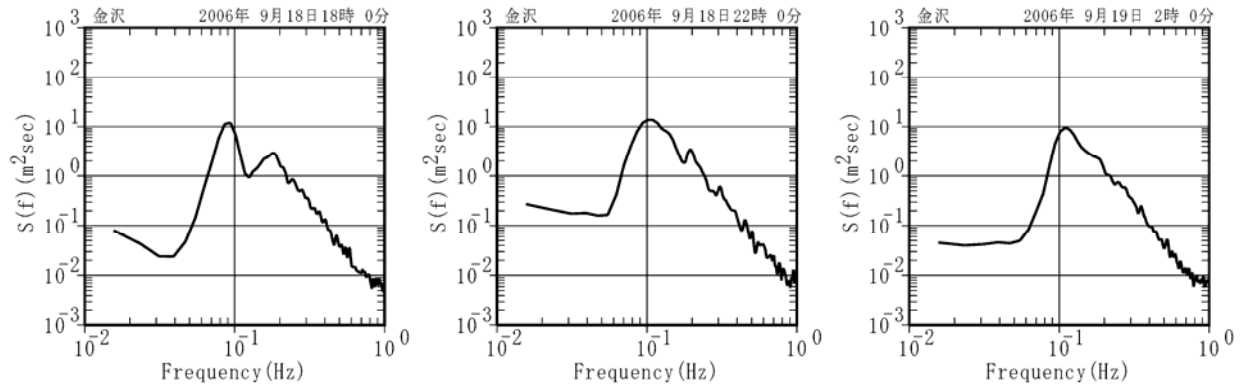


図-4.11 周波数スペクトル (金沢 : 18日 18:00, 22:00, 19日 2:00)

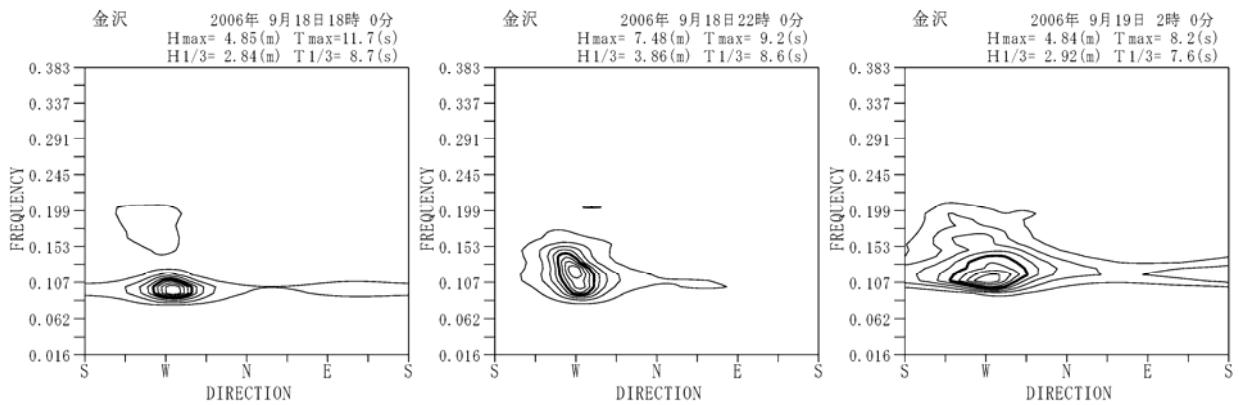


図-4.12 方向スペクトル (金沢 : 18日 18:00, 22:00, 19日 2:00)

方向付近に集中していたが、ピーク周波数（周期）は、時間の経過とともに高周波（短周期）側にシフトしていることが理解できる。

5. 台風 0616 号と 0617 号および前線を伴った温帯低気圧による高波特性号の高波特性

図-5.1 は、台風 0616 号と 0617 号および前線を伴った温帯低気圧の経路およびナウファス各波浪観測点における最大有義波を起時とともに示したものである。経路図上の黒点は、毎日 4 回（日本時間 3:00, 9:00, 15:00 および 21:00 の 6 時間毎）の台風中心位置を示している。

また、表-5.1 は、高波を観測した、各観測点における最大有義波とその観測起時を一覧表にしたものである。ここに高波とは、例年の波浪観測年報で定義するところの観測点毎に設定される閾値となる有義波高を超える波浪を観測した事象として定義される³⁾。

台風 0616 号と 0617 号崩れの低気圧は、前線を伴った別の低気圧とあいまって、太平洋北東岸で強い温帯低気圧となり、太平洋北東岸で記録的な高波が観測された。10 月 6 日の未明から、我国の南海上にあった台風 0616 号と 0617 号および秋雨前線上の低気圧が一つになって急速な発達を始め、その中心が本州太平洋沿岸に平行に南西から北東に移動していった。低気圧の中心は、6 日 9:00 には北緯約 32 度、東経約 139 度の関東地方南外洋上に位置しており中心気圧は 984hPa であったが、7 日 9:00 には北緯約 37 度、東経約 143 度の関東地方西外洋上に北上し中心気圧は 972hPa に発達した。翌 8 日 9:00 には北緯約 42 度、東経約 147 度の北海道地方西外洋上に北上し中心気圧はさらに 968hPa に発達した。こうした台風並みに発達した低気圧によって、関東地方から北海道沿岸にかけての海域で、記録的な高波が発達した。

図-5.2 に、主な高波浪観測点における有義波高・周期の経時変化を示す。図-5.2 における観測点の順序は、以下の考え方で表示している。すなわち、台風および低気圧が実際に通過した太平洋沿岸（中城湾・細島・潮岬・御前崎・下田・波浮・鹿島・常陸那珂・小名浜・相馬・仙台新港・石巻・釜石・八戸・むつ小川原・苫小牧・十勝・釧路）について、南から北に主要な外洋に面した観測点を示した後、日本海沿岸についてもいくつかの観測点（玄界灘・鳥取・輪島・新潟沖・酒田・瀬棚・石狩新港・留萌）を南から北に示し、最後にオホーツク海沿岸の紋別南を示した。

中城湾から波浮に至る太平洋南岸沿岸では、10 月 5 日から 6 日にかけて太平洋南岸に位置した台風や低気圧に

伴ううねりによる高波浪状態が見られたが、有義波高の経時変化は緩やかであり、かつピークもそれほど高くならなかった。これに対して、鹿島から釧路までの太平洋北東岸では、6 日から 8 日にかけて、低気圧の中心位置の北上移動に伴って、顕著な高波のピークが見られた。外国船籍のタンカーが座礁事故を引き起こした鹿島港では、ピーク時に波浪観測システムが機能しなくなり欠測となってしまったものの、北側が牡鹿半島によって遮蔽されている仙台新港や石巻を除いては、いずれの太平洋北東岸でも顕著な高波が観測された。

日本海沿岸でも、特に酒田以北で、8 日になってから顕著な高波が観測されたが、これは、低気圧が強い勢力を保ったまま、8 日から 9 日にかけて北海道の東海上に停滞したため、日本海やオホーツク海でも低気圧に向う強風が吹き、波浪が発達したためであろう。特にオホーツク海沿岸の紋別南で、既往最大観測有義波（波高 7.51m、周期 12.1s）を観測したことは、特筆される事象であった。

図-5.3 から図-5.11 に、潮岬、常陸那珂、小名浜、十勝、玄界灘、鳥取、輪島、留萌、紋別南の各観測点におけるスペクトル解析結果を、周期帯波高の経時変化図として示す。

図-5.3 の潮岬における周期帯波高の経時変化を見ると、有義波高は 5 日から 6 日にかけて 2 m 以上であったが、5 日は周期 10s 以下の、6 日は周期 10s 以上の成分がそれぞれ卓越しており、うねりが徐々に発達していった状況が理解できる。しかし、有義波高は最大でも 3 m 強であり、潮岬波浪観測点としては、それほど顕著な高波は見られなかった。これに対して、図-5.4 の常陸那珂、図-5.5 の小名浜、および図-5.6 の十勝では、波浪の発達は極めて顕著であった。いずれも、周期の短い波浪成分が発達を始めた後、徐々に周期の長い成分が発達していること、有義波高のピーク時においては周期 10-15s の周期帯が支配的であったが、その後、有義波高が減衰に転じた後も、周期 15s 以上の長周期成分は、しばらくは発達を続けていたこと、などが理解できる。低気圧の移動が比較的ゆっくりであったためであろうが、高波浪状態が比較的長く継続したことも特徴的であった。

日本海沿岸では、図-5.7 の玄界灘、図-5.8 の鳥取、および図-5.9 の輪島では、いずれも、5 日から 9 日にかけてきわめてゆっくりと波浪が発達していったことがわかる。周期帯毎に見ると、まずは周期の短い成分から発達を始め、徐々に周期の長い成分の波浪が発達していった。3 観測点に共通して、8 日から 9 日にかけて、周期 15s 以上の長周期成分も見られた。これらの観測点は、いずれも北に海が開けた位置にあるため、日本海北部で発達

表-5.1 最大有義波とその観測起時 (10月台風と低気圧)

観測地点名	06年10月 2日~06年10月10日					
	有義波		対応最高波		起時	
	波高	周期	波高	周期		
○留萌	4.54m	8.0s	8.54m	7.7s	10月 8日 19時20分	
○石狩新港	4.64	8.5	6.87	8.6	10月 8日 19時20分	
○瀬棚	3.34	8.6	4.72	10.1	10月 8日 11時 0分	
○青森	2.64	5.8	4.31	5.3	10月 7日 16時40分	
○深浦	3.82	8.3	5.87	8.8	10月 8日 21時20分	
○酒田	4.73	8.6	6.90	8.7	10月 8日 13時40分	
新潟沖	5.09	9.5	8.28	9.0	10月 8日 14時	
直江津	3.94	9.1	6.77	10.1	10月 8日 10時	
富山	3.98	12.9	5.66	12.2	10月 9日 4時	
伏木富山	3.12	7.1	5.48	8.0	10月 6日 22時	
○輪島	4.51	10.7	6.80	9.0	10月 8日 11時20分	
○福井	3.73	8.6	5.41	7.8	10月 7日 13時 0分	
○敦賀	1.16	5.8	2.02	5.2	10月 7日 16時20分	
柴山	4.69	9.3	8.39	9.8	10月 7日 14時	
柴山(港内)	1.78	9.5	2.68	9.6	10月 7日 14時	
○鳥取	4.02	8.7	6.00	8.7	10月 7日 0時 0分	
境港	1.49	5.4	2.39	5.2	10月 5日 12時	
浜田	3.16	7.0	5.10	7.4	10月 6日 20時	
藍島	2.02	6.5	3.01	4.9	10月 6日 20時	
○玄界灘	4.23	8.1	6.52	8.4	10月 7日 0時 0分	
熊本	0.81	4.6	1.38	4.2	10月 6日 18時	
○名瀬	3.62	7.7	6.46	7.2	10月 7日 5時 0分	
那覇	3.00	7.1	4.24	6.5	10月 5日 18時	
○紋別(南)	7.51	12.1	12.72	11.5	10月 8日 9時 0分	
○釧路	5.32	13.8	8.85	13.5	10月 8日 4時20分	
○十勝	7.82	14.9	10.65	15.2	10月 8日 1時40分	
○苫小牧	3.53	11.5	4.85	10.8	10月 7日 8時40分	
むつ小川原	6.93	13.7	10.86	13.9	10月 8日 2時	
○八戸	7.64	12.4	10.74	13.7	10月 7日 17時 0分	
○釜石	* 7.22	13.3	12.36	13.2	10月 7日 15時 0分	
○石巻	3.14	11.6	4.19	12.4	10月 6日 20時40分	
仙台新港	5.00	12.2	8.06	11.2	10月 7日 0時	
相馬	6.77	11.6	9.49	15.2	10月 7日 2時	
○小名浜	7.12	11.1	—	—	10月 6日 20時40分	
常陸那珂	7.59	10.4	—	—	10月 6日 22時	
○鹿島	5.89	13.3	8.28	13.8	10月 7日 18時20分	
○第二海堡	* 1.16	4.1	1.95	4.3	10月 6日 18時 0分	
○波浮	* 3.88	9.7	7.90	12.1	10月 6日 12時40分	
○下田	2.43	9.7	4.14	10.7	10月 6日 14時40分	
○御前崎	2.57	10.5	4.14	10.3	10月 6日 14時20分	
○伊勢湾	1.11	3.8	1.95	4.1	10月 7日 14時20分	
○潮岬	3.37	11.4	5.11	11.4	10月 6日 13時20分	
小松島	1.18	10.2	2.02	11.8	10月 6日 14時	
○上川口	2.38	10.6	3.70	10.2	10月 6日 0時 0分	
○細島	3.32	10.4	5.08	10.0	10月 6日 2時20分	
○中城湾	3.24	10.8	5.36	10.5	10月 5日 18時20分	

注) *印は波高ピーク付近に欠測あり。○印は連続観測地点である。

したうねりが伝わってきたものと考えられる。これに対して、北海道沿岸の留萌では、低気圧の近接時の強風によって、ほぼ8日の終日にわたって高波浪状態が続いたが、周期帯成分で見ると、ほとんどの波浪エネルギーは、周期 10s 以下の成分であり、周期 10s 以上のうねり成分はきわめて低かった。

図-5.11 に示すオホーツク海沿岸の紋別南では、7日から8日にかけて波浪が発達したが、やはり、短周期成

分から長周期成分への波浪の発達の時間差が確認できた。最もエネルギーの高かった周期帯は 10-15s の範囲であったが、有義波高がピークとなる 8日 9:00 までの発達期の有義波高と 10-15s の周期帯波高のそれぞれの経時変化は、ほぼ一致していた。ただし、その後、有義波高は半日以上 6 m 以上の高波浪状態が続いたが、これは、さらに長周期の 15-30s の周期帯波高がさらに発達を続けたことに対応したものであった。

期間：2006年10月 2日～10月10日

— H1/3
— T1/3

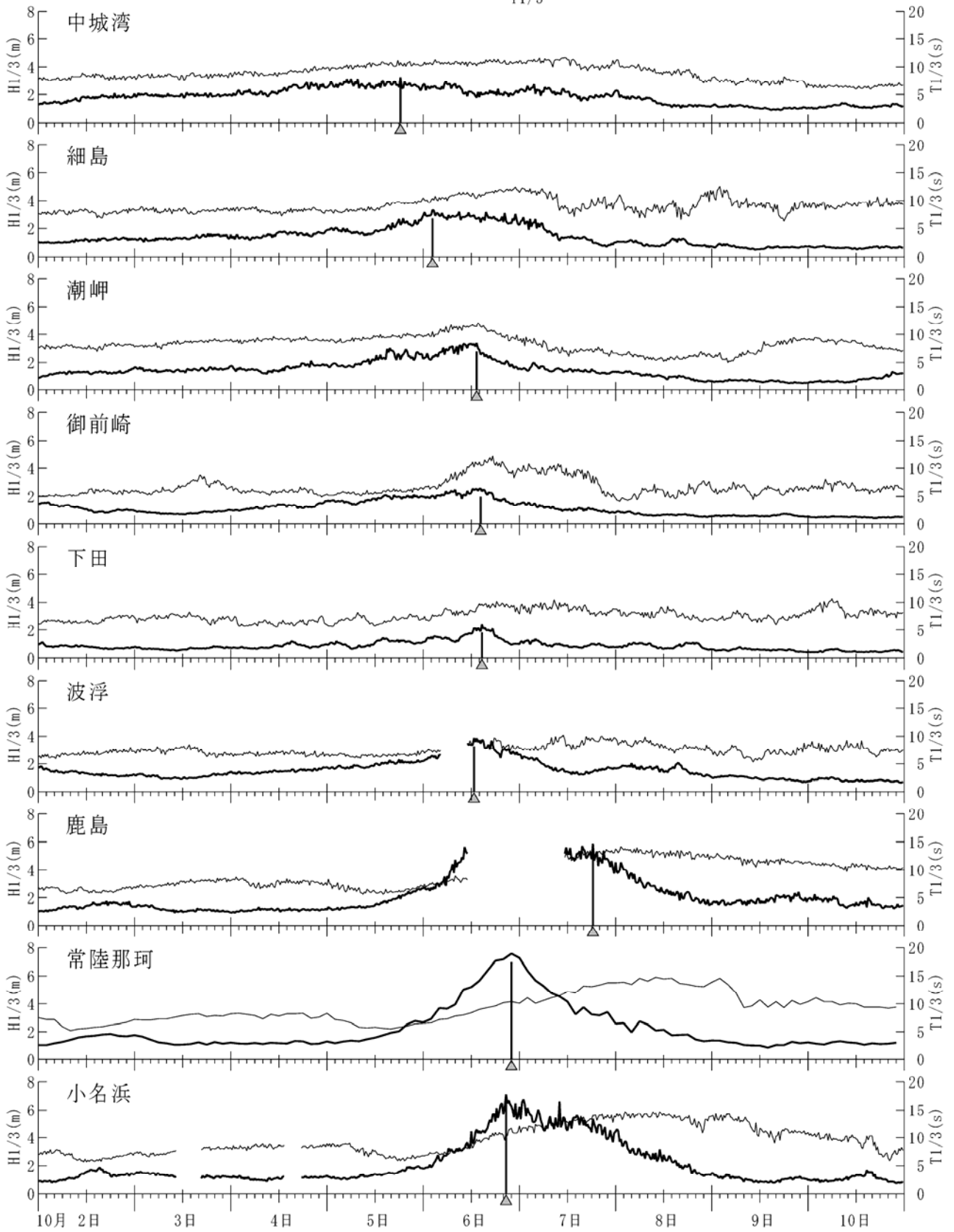


図-5.2(1) 有義波高・周期の経時変化 (10月台風と低気圧)

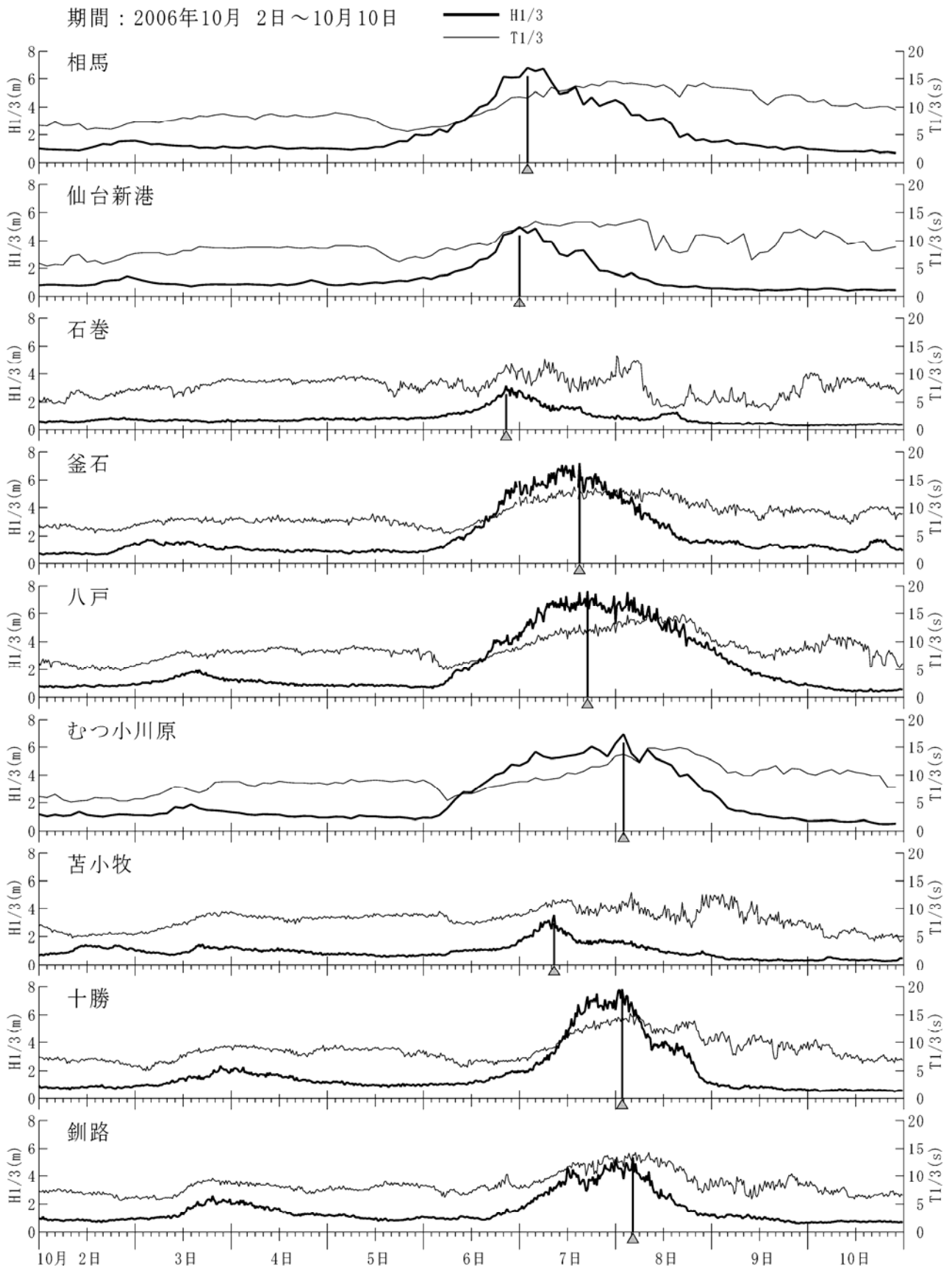


図-5.2(2) 有義波高・周期の経時変化 (10月台風と低気圧)

期間：2006年10月 2日～10月10日

— H1/3
— T1/3

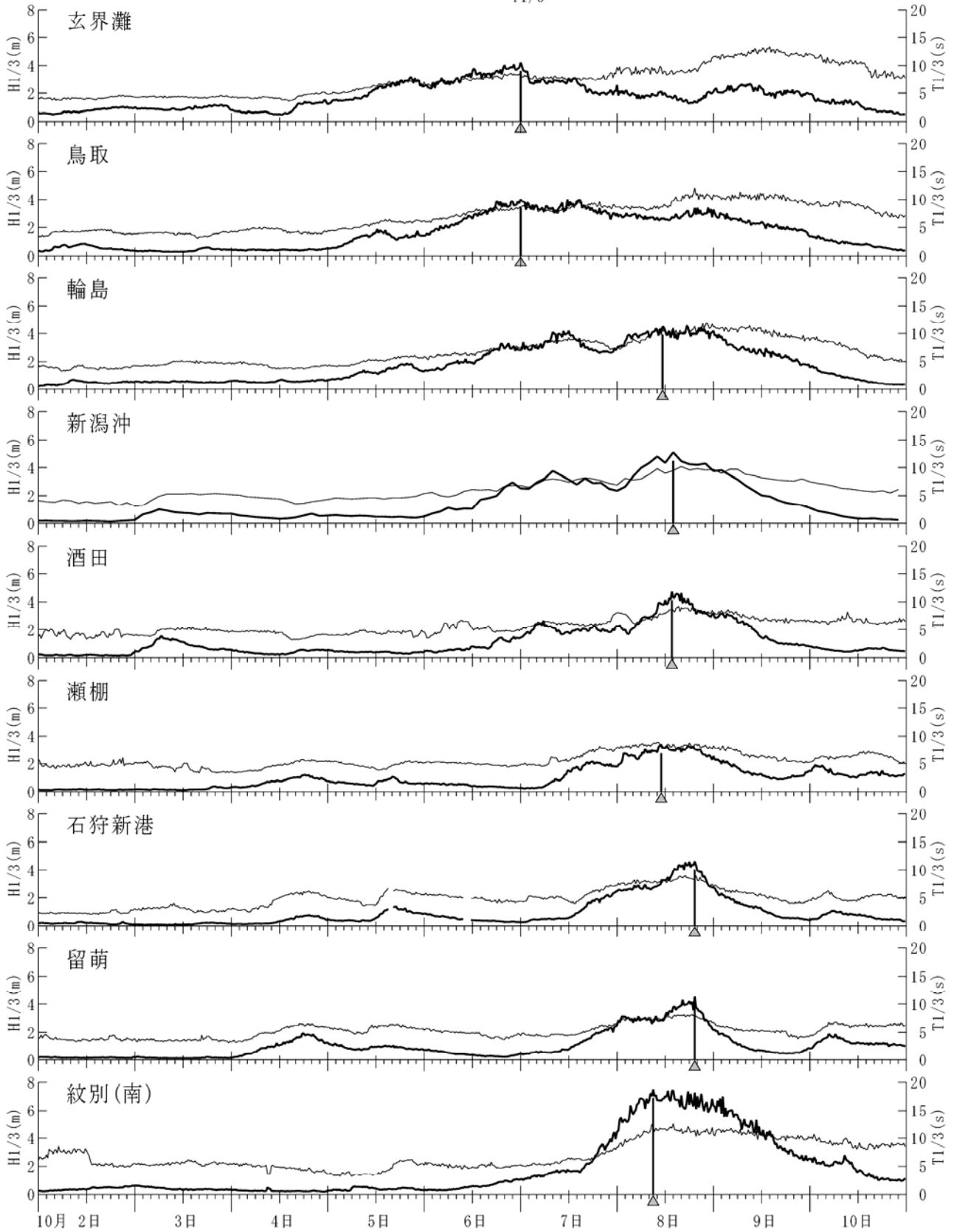


図-5.2(3) 有義波高・周期の経時変化（10月台風と低気圧）

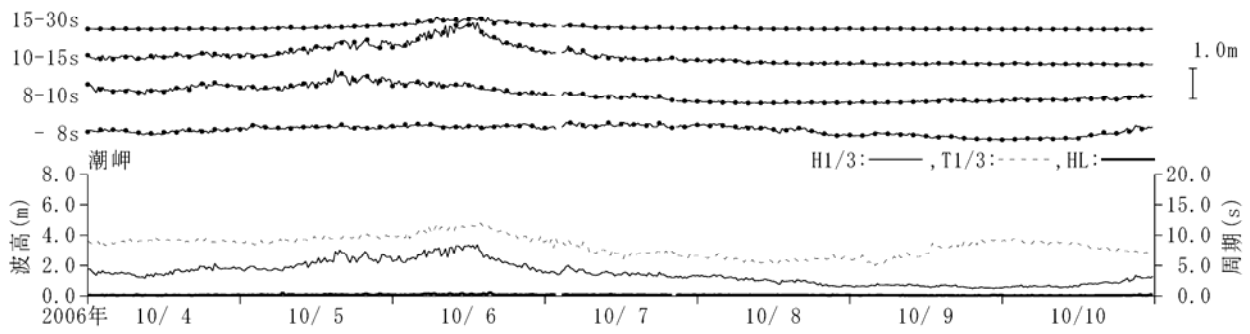


図-5.3 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：潮岬）

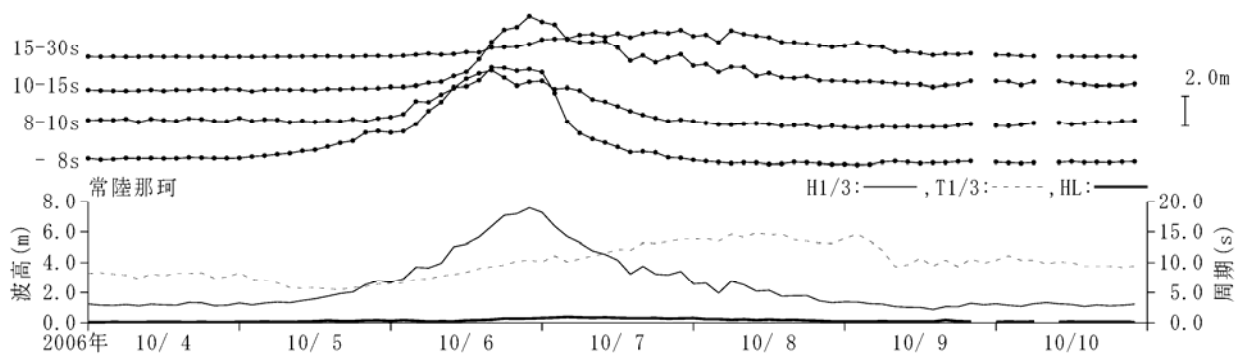


図-5.4 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：常陸那珂）

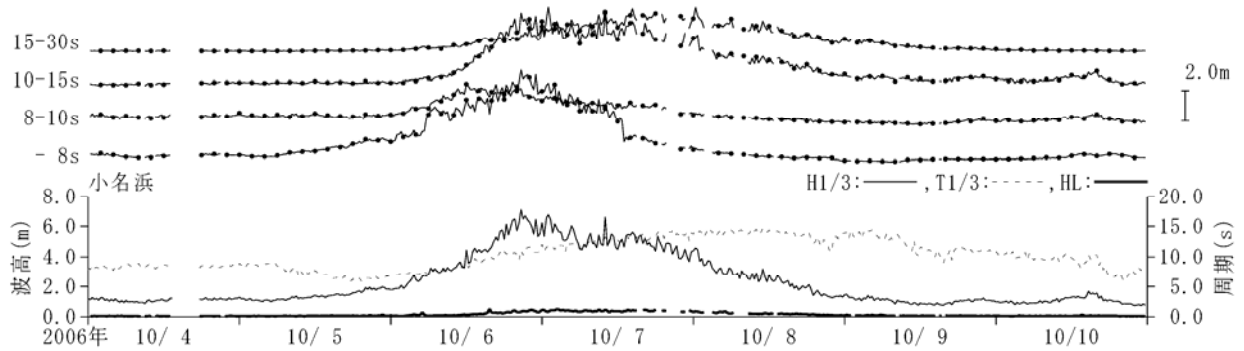


図-5.5 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：小名浜）

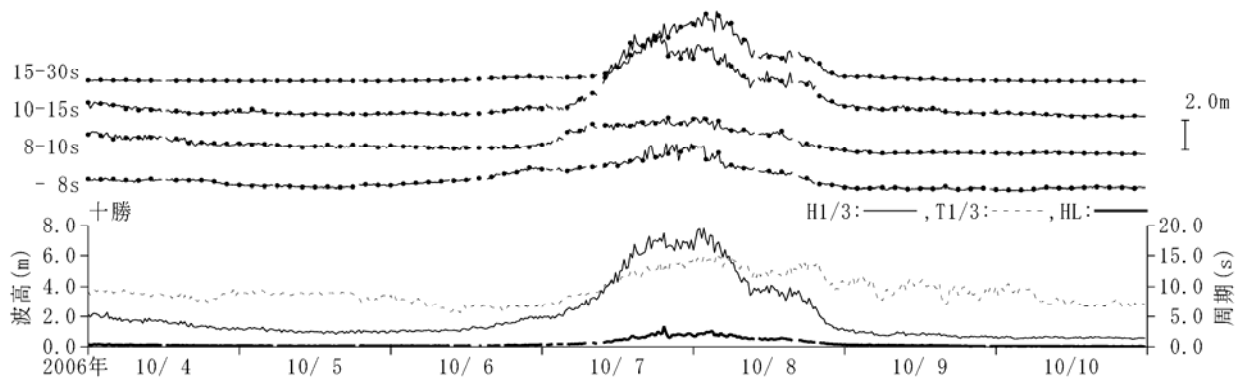


図-5.6 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：十勝）

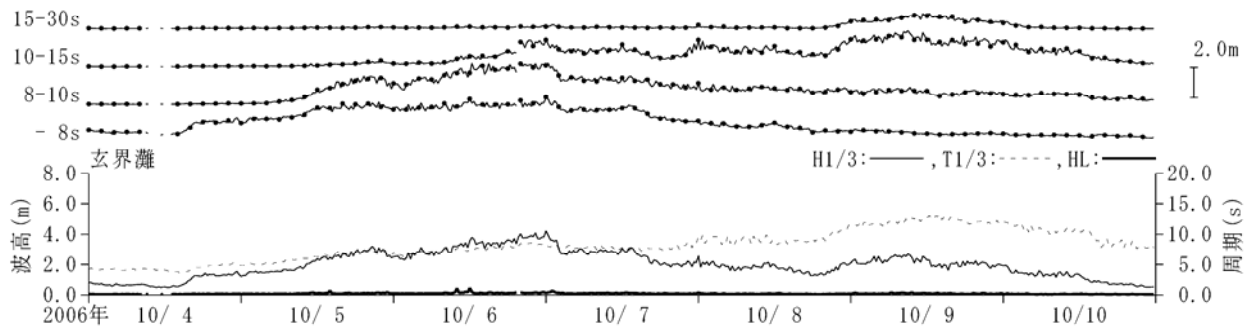


図-5.7 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：玄界灘）

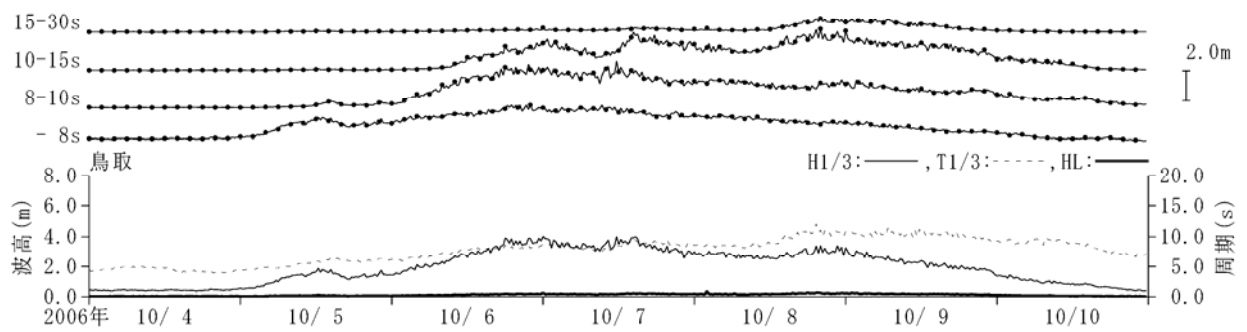


図-5.8 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：鳥取）

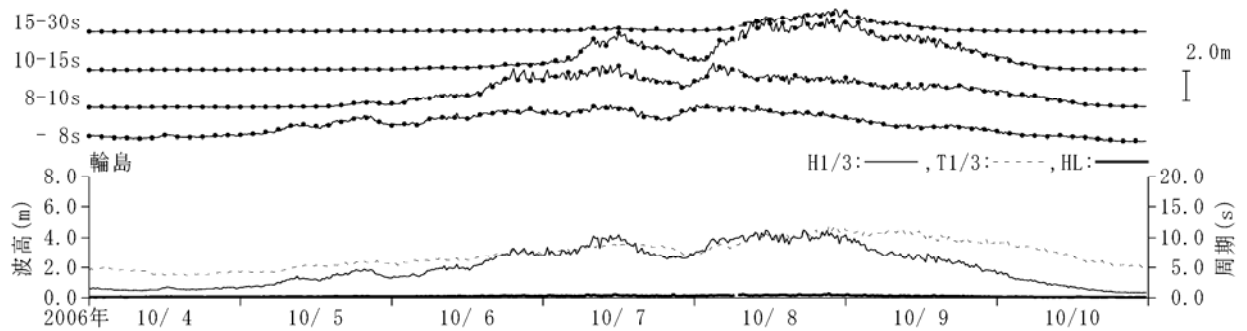


図-5.9 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：輪島）

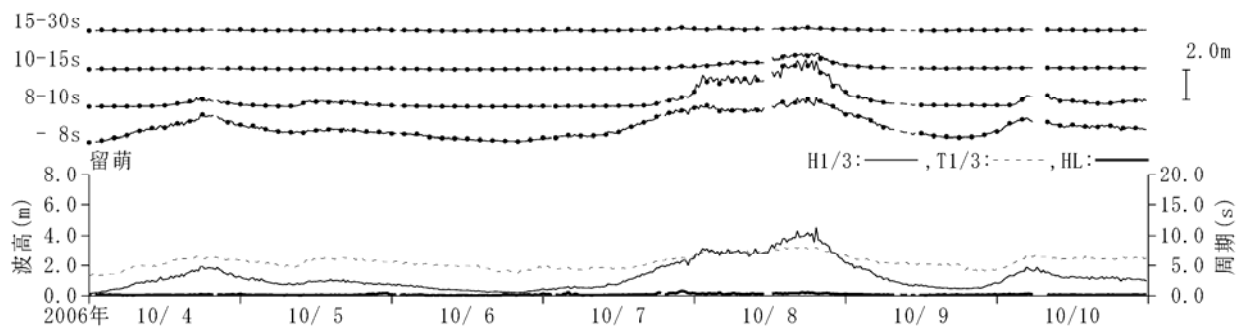


図-5.10 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：留萌）

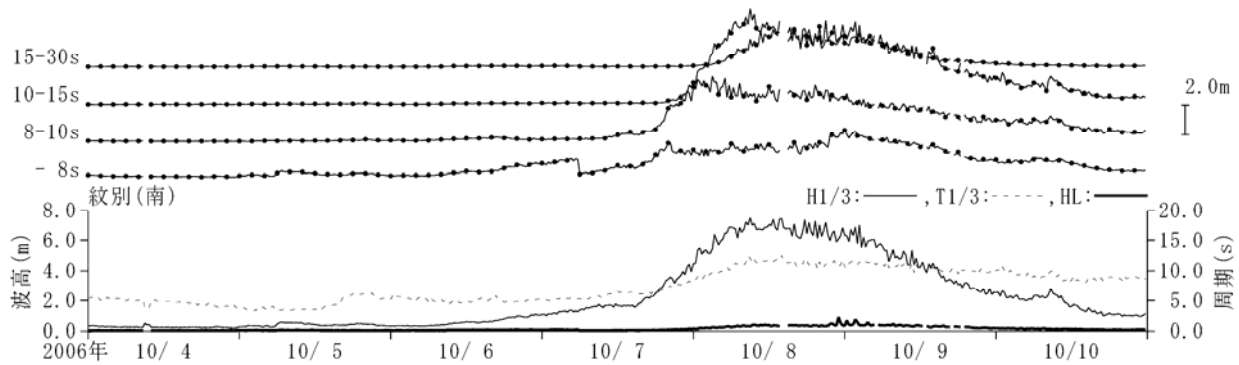


図-5.11 周期帯波高の経時変化（10月台風と低気圧：紋別南）

図-5.12 は、十勝沖で観測された波浪の周波数スペクトルを図化したものであり、それぞれ、10月7日 10:00（9:50-10:10）、18:00（17:50-18:10）および8日 2:00（1:50-2:10）におけるものである。それぞれの時点における有義波高は、3.95m、7.02m、7.10mであり、有義波周期は、10.4s、12.7s、14.1sであった。周波数スペクトルの図を見ると、3枚の図は、いずれも単峰型であったが、ピークとなる周波数(周期)は、0.08Hz(周期約13s)、0.07Hz(周期約14s)、0.06Hz(周期約17s)と時間の経過とともに低周波(長周期)側にシフトしている。ピークの高さは、7日 10:00 から 18:00 にかけて顕著に増大した後、7日 18:00 から 8日 2:00 にかけては、ほぼ一定の高波浪状態が継続したことが理解できる。

図-5.13 は、図-5.12 に対応した時刻の方向スペクトルを示したものである。十勝沖における方向スペクトルは、いずれの図でも単峰型となっており、波浪の来襲は、ESE 方向に集中していた。ただし、ピーク周波数(周期)は、時間の経過とともに低周波(長周期)側にシフトしている。

図-5.14 は、紋別南沖で観測された波浪の周波数スペクトルを図化したものであり、それぞれ、10月8日 6:00（5:50-6:10）、14:00（13:50-14:10）および 22:00（21:50-22:10）におけるものである。それぞれの時点における有義波高は、6.87m、7.45m、6.43mであり、有義波周期は、10.4s、12.6s、11.1sであった。周波数スペクトルの図を見ると、6:00 の図で 0.13Hz(周期約8s)に弱いピークが見られるものの、概していずれも単峰型となっている。単峰型スペクトルのピーク周波数(周期)も、いずれも、0.09Hz(周期約11s)程度であった。ただし、ピークより高周波(短周期)の相対的なエネルギー密度は、有義波高のピークに近い8日 14:00 が最も小さくなっており、波浪エネルギーの周波数集中度は有義波高のピーク時に大きかった模様である。

図-5.15 は、図-5.14 に対応した時刻の方向スペクトルを示したものである。紋別南沖における方向スペクトルは、いずれの図でも単峰型となっており、波浪の来襲は、NE 方向付近に集中していたが、ピーク周波数(周期)は、時間の経過とともに高周波(短周期)側にシフトしていることが理解できる。

6. まとめ

本稿では、2006年に我が国沿岸に来襲した台風0612号、0613号、および台風0616号・0617号に加え前線を伴った温帯低気圧の、それぞれによる高波の観測結果を紹介した。それぞれの異常波浪に関して詳細な検討を行い、それぞれの特性を検討したが、下記の検討結果が特筆される本稿の成果である。

(1) 台風0612号について

①有義波高の既往最大観測値が更新された観測点は、以下のとおりであった。

小名浜（9月5日 3:20：H1/3=7.73m、T1/3=16.7s：1980年以降の統計）

②台風0612号は、長期間にわたって太平洋沖合で強い勢力を保ちながらゆっくりと我国に近づいたため、西北西に向かう波浪の発達と台風の進行とが重なり、我国の太平洋沿岸には非常に発達した周期の長いうねりが長期間にわたって来襲した。

③台風近接時の周期帯波浪を見ると、太平洋岸の各観測点に共通して高波浪状態の際の有義波高の経時変化図は、周期15-30sの周期帯における換算有義波高の経時変化図と、ほぼ一致していた。

④周期15-30sの周期帯換算波高の経時変化特性は、観測点の地形条件、台風進路と観測点との位置関係によって、観測点毎に若干異なっていたため、今後の波浪推算(追算)結果との照合が期待される。

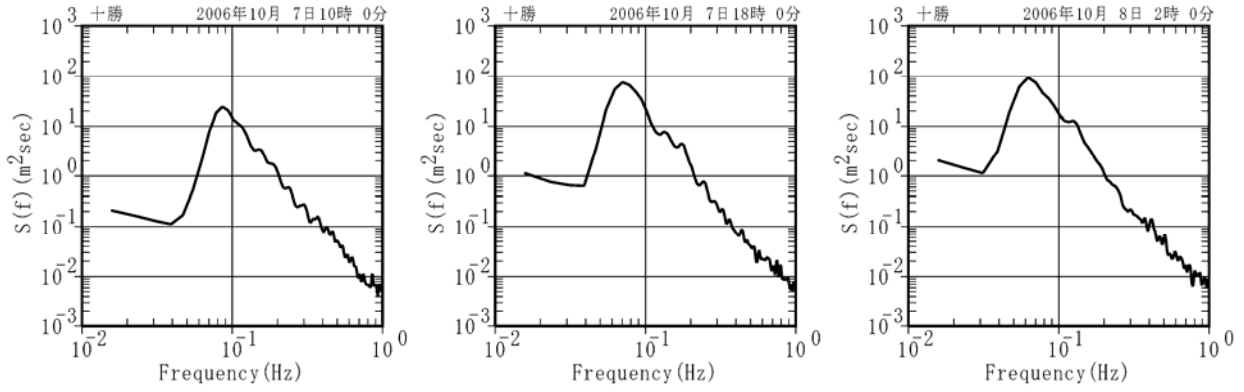


図-5.12 周波数スペクトル (十勝：7日10:00, 18:00, 8日2:00)

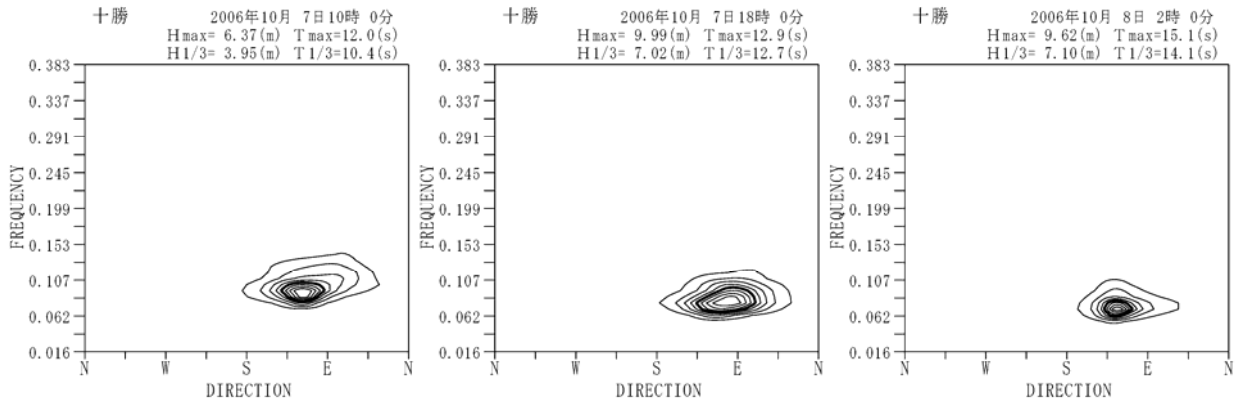


図-5.13 方向スペクトル (十勝：7日10:00, 18:00, 8日2:00)

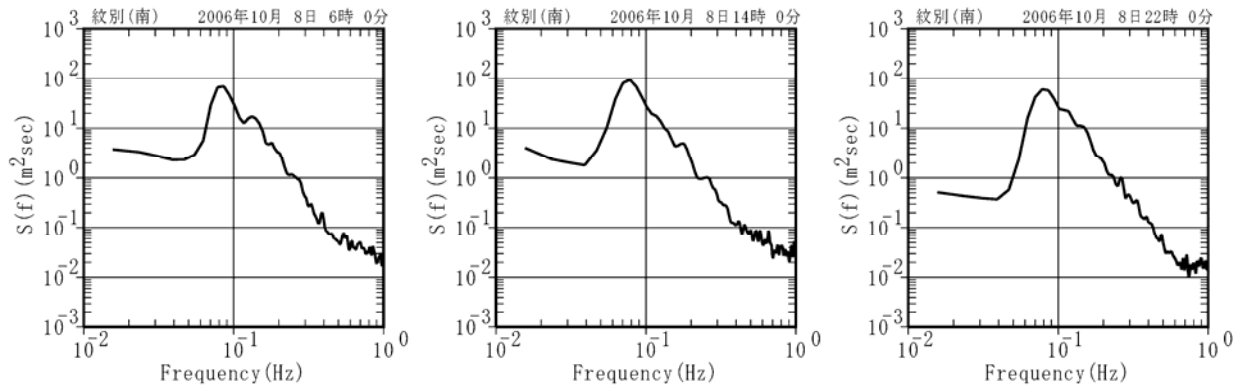


図-5.14 周波数スペクトル (紋別南：8日6:00, 14:00, 22:00)

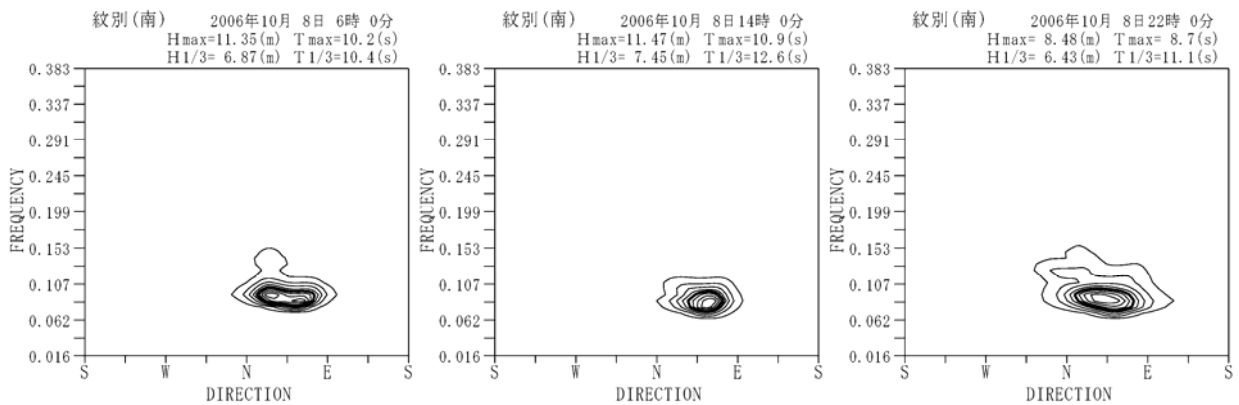


図-5.15 方向スペクトル (紋別南：8日6:00, 14:00, 22:00)

(2) 台風 0613 号について

①有義波高の既往最大観測値が更新された観測点は、以下のとおりであった。

荇田 (9月17日 20:00 : H1/3=3.76m, T1/3=6.9s : 1991年以降の統計)

平良沖 (9月16日 17:20 : H1/3=6.68m, T1/3=10.5s : 2005年以降の統計)

石垣沖 (9月16日 10:40 : H1/3=5.36m, T1/3=10.0s : 2005年以降の統計)

②台風の経路が東シナ海から日本海を通過したものであったため、本台風の通過によって、東シナ海および日本海沿岸で特に顕著な高波が見られた。東シナ海から日本海沿岸では、概して波浪の発達は、非常に急速であったが、酒田以北では、急速な波浪の発達後、高波浪状態が比較的長く継続した。

③これに対して、台風の中心が九州や本州などの陸地の反対側にあった太平洋沿岸のナウファス各波浪観測点では、比較的波浪の発達はゆっくりであった。

④地形による遮蔽効果を受けるナウファス波浪観測点である、石垣沖、平良沖、鹿児島、荇田、神戸、伊勢湾でも、当該観測点としては非常に顕著な高波をそれぞれ観測したが、高波浪状態が観測された期間は短かった。

⑤スペクトル解析結果を周期帯波高の経時変化図として見た結果、例えば名瀬で、そのピークとなる時刻が若干ずれており、波浪の発達とともに短周期側から長周期側にエネルギーがシフトしていく事象が確認できた。

(3) 台風 0616 号・0617 号に加え前線を伴った温帯低気圧について

①有義波高の既往最大観測値が更新された観測点は、以下のとおりであった。

紋別南 (10月8日 9:00 : H1/3=7.51m, T1/3=12.1s : 2000年以降の統計)

十勝 (10月8日 1:40 : H1/3=7.82m, T1/3=14.9s : 2002年以降の統計)

八戸 (10月7日 17:00 : H1/3=7.64m, T1/3=12.4s : 1998年以降の統計)

釜石 (10月7日 15:00 : H1/3=7.22m, T1/3=13.3s : 1978年以降の統計)

相馬 (10月7日 2:00 : H1/3=6.77m, T1/3=11.6s : 1982年以降の統計)

常陸那珂 (10月6日 22:00 : H1/3=7.59m, T1/3=10.4s : 1979年以降の統計)

②台風 0616 号と 0617 号崩れの低気圧は、前線を伴った別の低気圧とあいまって、太平洋北東岸で強い温帯低気圧となり、太平洋北東岸で記録的な高波が観測された。

③中城湾から波浮に至る太平洋南岸沿岸では、10月5日から6日にかけて太平洋南岸に位置した台風や低気圧に伴ううねりによる高波浪状態が見られたが、有義波高の経時変化は緩やかであり、かつピークもそれほど高くならなかった。

④鹿島から釧路までの太平洋北東岸では、6日から8日にかけて、低気圧の中心位置の北上移動に伴って、顕著な高波のピークが見られた。

⑤日本海沿岸でも、特に酒田以北で、8日になってから顕著な高波が観測されたが、これは、低気圧が強い勢力を保ったまま、8日から9日にかけて北海道の東海上に停滞したため、日本海やオホーツク海でも低気圧に向う強風が吹き、波浪が発達したためであると推定される。特にオホーツク海沿岸の紋別南で、既往最大観測有義波 (波高 7.51m, 周期 12.1s) を観測したことは、特筆される事象であった。

⑥スペクトル解析結果を周期帯波高の経時変化図として見た結果、波浪の発達とともに短周期側から長周期側にエネルギーがシフトしていく事象が、多数の観測点で確認できた。

7. おわりに

港湾技術研究所 (現港湾空港技術研究所) における全国港湾域の波浪観測データの集中処理解析が開始したのは 1970 年のことであり 37 年の年月が経過した。高波浪状態における確実な波浪観測データの測得や、津波のように突然やってくる非定常な長周期成分波の観測は、かつては極めて困難であるとされていたが、長年にわたる運輸省 (現国土交通省) 港湾局関係機関の数多くの関係者の努力の結果、ナウファスの開発・改良を通じてこうした問題は徐々に克服され、本稿で紹介したような異常波浪に関しての全国沿岸全体の出現特性を把握することが可能となった。

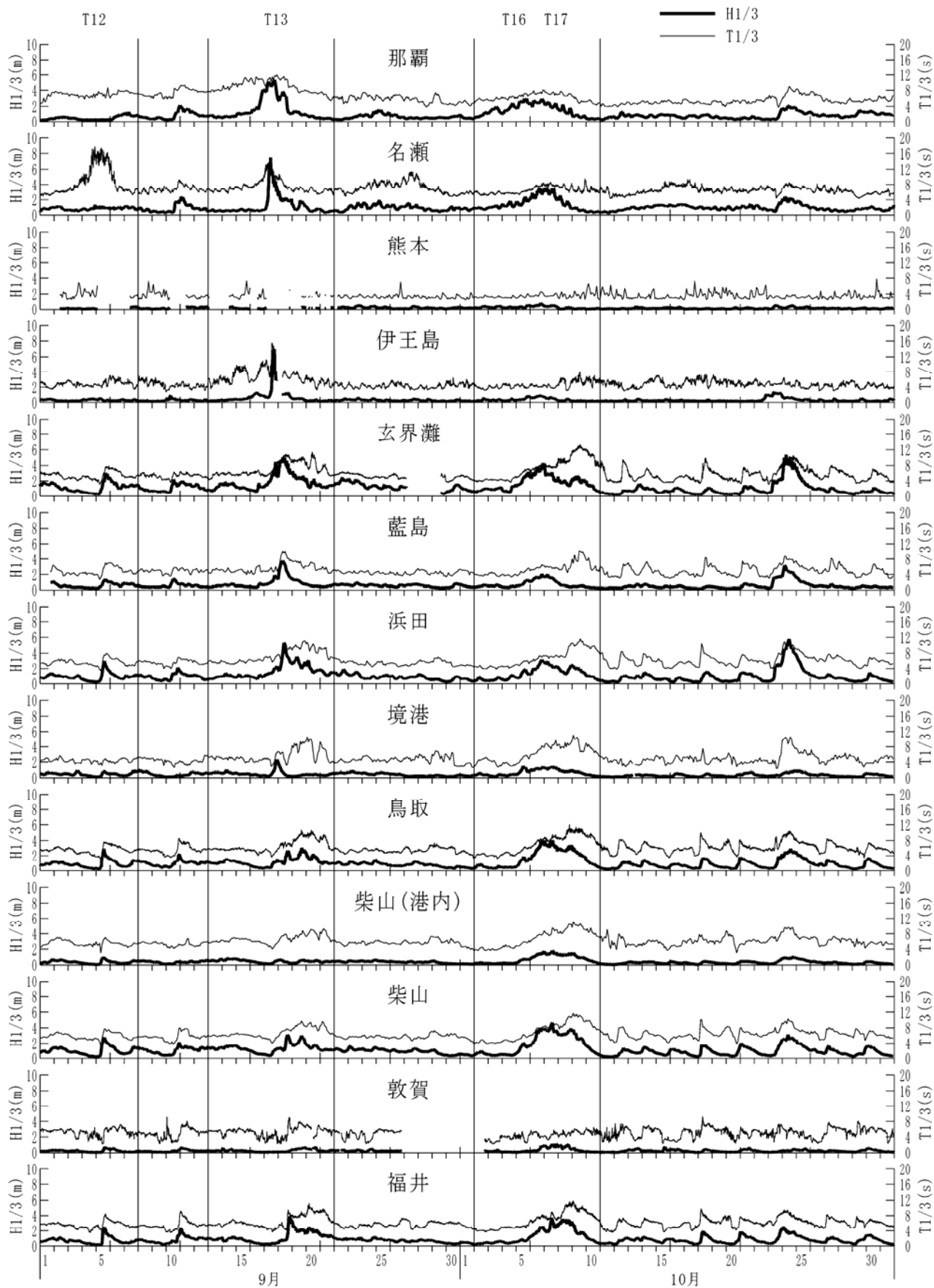
これらの数多くの関係者の方々に、改めて謝意を表す。

(原稿提出 : 平成 19 年 2 月 6 日)

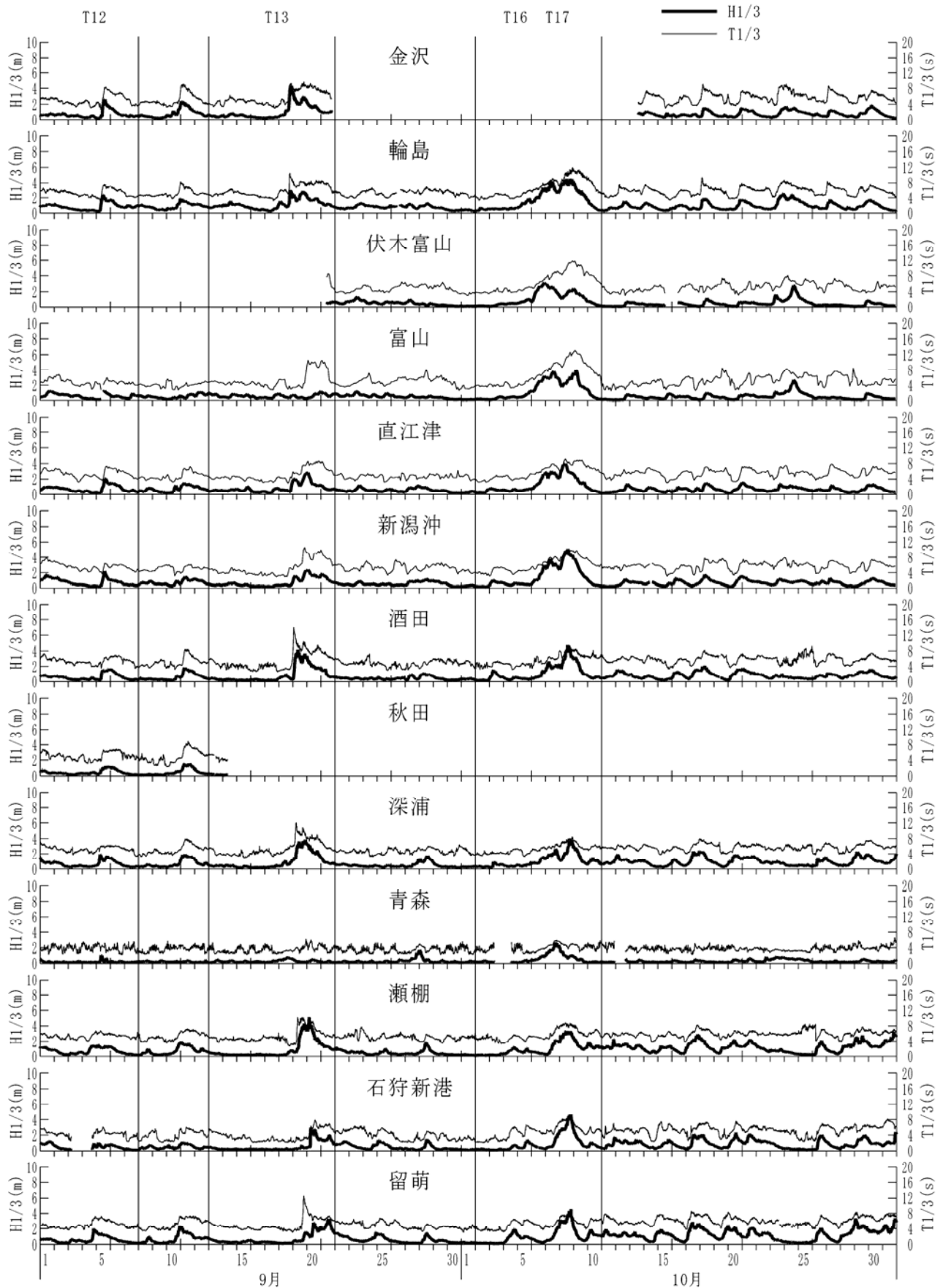
参考文献

- 1) 合田良実監修, 海象観測データの解析・活用に関する研究会編集 : 波を測る (沿岸波浪観測の手引き), (財) 沿岸技術研究センター, 212p., 2001.
- 2) 合田良実監修, 海象観測データの解析・活用に関する研究会編集 : 潮位を測る (潮位観測の手引き), (財) 沿岸技術研究センター, 188p., 2002.

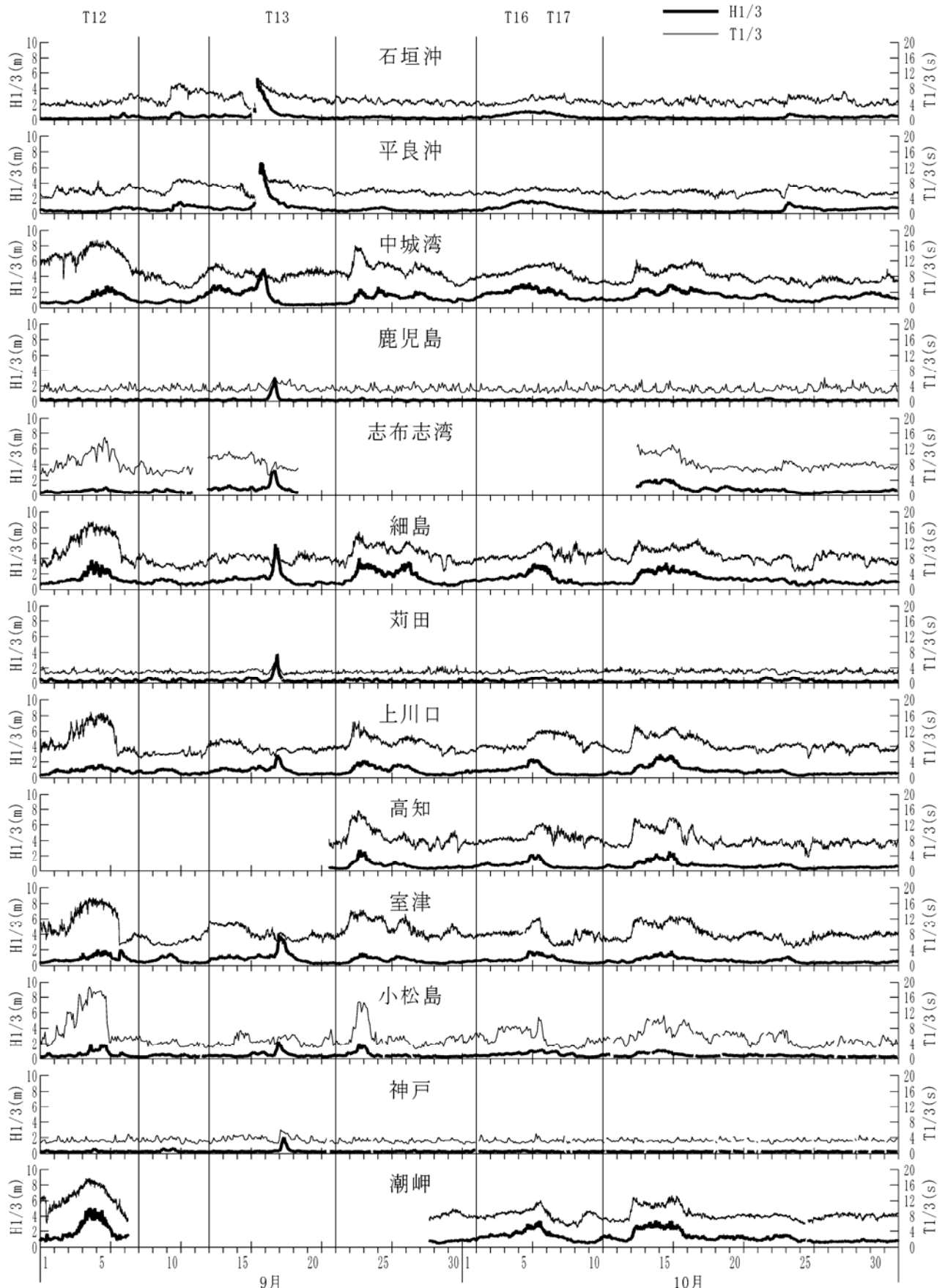
- 3) 永井紀彦・里見茂：全国港湾海洋波浪観測年報 (NOWPHAS 2004), 港湾空港技術研究所資料No.1118, 89p., 2006. (波浪観測年報は, 1970年版以降, 港研資料として毎年刊行)
- 4) 永井紀彦：全国港湾海洋波浪観測 30 か年統計 (NOWPHAS 1970-1999), 港湾空港技術研究所資料, No.1035, 388p., 2002. (長期波浪観測統計報は, 3/5/10/15/20 か年統計についても港研資料として既刊)
- 5) 永井紀彦・橋本典明・佐藤和敏：台風 9918 号による西日本沿岸の波浪と潮位の出現特性, 港湾技研資料No. 969, 47P., 2000.
- 6) 永井紀彦・里見茂：2004 年台風による高波の観測結果 (NOWPHAS2004 特別号), 港湾技研資料No.1100, 65P., 2005.
- 7) 永井紀彦：ナウファス (全国港湾海洋波浪情報網) による我国沿岸の波浪特性の解明, 港研資料 No.863, 113p., 1997.
- 8) 永井紀彦：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, 土木学会論文集巻頭論文 (技術展望), 第 609 号VI-41, pp.1-14, 1998.
- 9) 永井紀彦・橋本典明・川口浩二・佐藤和敏・菅原一晃：ナウファスの連続観測化による我国沿岸の長周期波の観測, 港湾技術研究所報告第 38 巻第 1 号, pp.29-69, 1999.
- 10) 永井紀彦・小川英明・額田恭史・久高将信：波浪計ネットワークによる沖合津波観測システムの構築と運用, 土木学会, 海洋開発論文集第 20 巻, pp.173-178, 2004.
- 11) 橋本典明・永井紀彦・浅井正・菅原一晃・朴慶寿：波浪の多方向性と弱非線形性を考慮した水圧波から表面波への換算法について, 港研報告第 32 巻第 1 号, pp.27-51, 1993.
- 12) 菅原一晃・永井紀彦・橋本典明・鈴木高二朗・清水康男・波間雅晶：波浪監視計の開発, 港研資料 No.860, 25p., 1996.
- 13) 永井紀彦・橋本典明・浅井正：沖波の方向スペクトルの出現特性 (第 1 報) -いわき沖の観測結果-, 港研報告第 32 巻第 2 号, pp.45-113, 1993.
- 14) 永井紀彦・橋本典明・浅井正：島による遮蔽を受ける海洋波の方向スペクトルの出現特性 -新潟沖の観測結果-, 港研資料 No.783, 21p., 1994.
- 15) 清水勝義・永井紀彦・橋本典明：沖波の方向スペクトルの出現特性 (第 2 報) -いわき沖における 7 か年方向スペクトル統計, 港研報告第 35 巻第 1 号, pp.65-89, 1996.
- 16) 高山知司・橋本典明・永井紀彦・高橋智晴・佐々木弘：水中ドップラー式波向計(海底設置式波浪計)の開発について, 海岸工学論文集第 39 巻, 土木学会, pp.176-180, 1992.
- 17) 橋本典明・永井紀彦・高山知司・高橋智晴・三井正雄・磯部憲雄・鈴木敏夫 (1995)：水中超音波のドップラー効果を応用した海象計の開発, 海岸工学論文集第 42 巻, 土木学会, pp.1081-1085, 1995.
- 18) 橋本典明・永井紀彦・浅井正・菅原一晃：海洋波の方向スペクトルの推定における最大エントロピー原理法 (MEP) の拡張：港湾技術研究所報告第 32 巻第 1 号, pp.3-25, 1993.
- 19) 永井紀彦・橋本典明・清水勝義・戸引勲・伊藤一教・東江隆夫・小林昭男：沖合防波堤の反射特性に関する現地調査, 海岸工学論文集第 42 巻, 土木学会, pp.741-745, 1995.



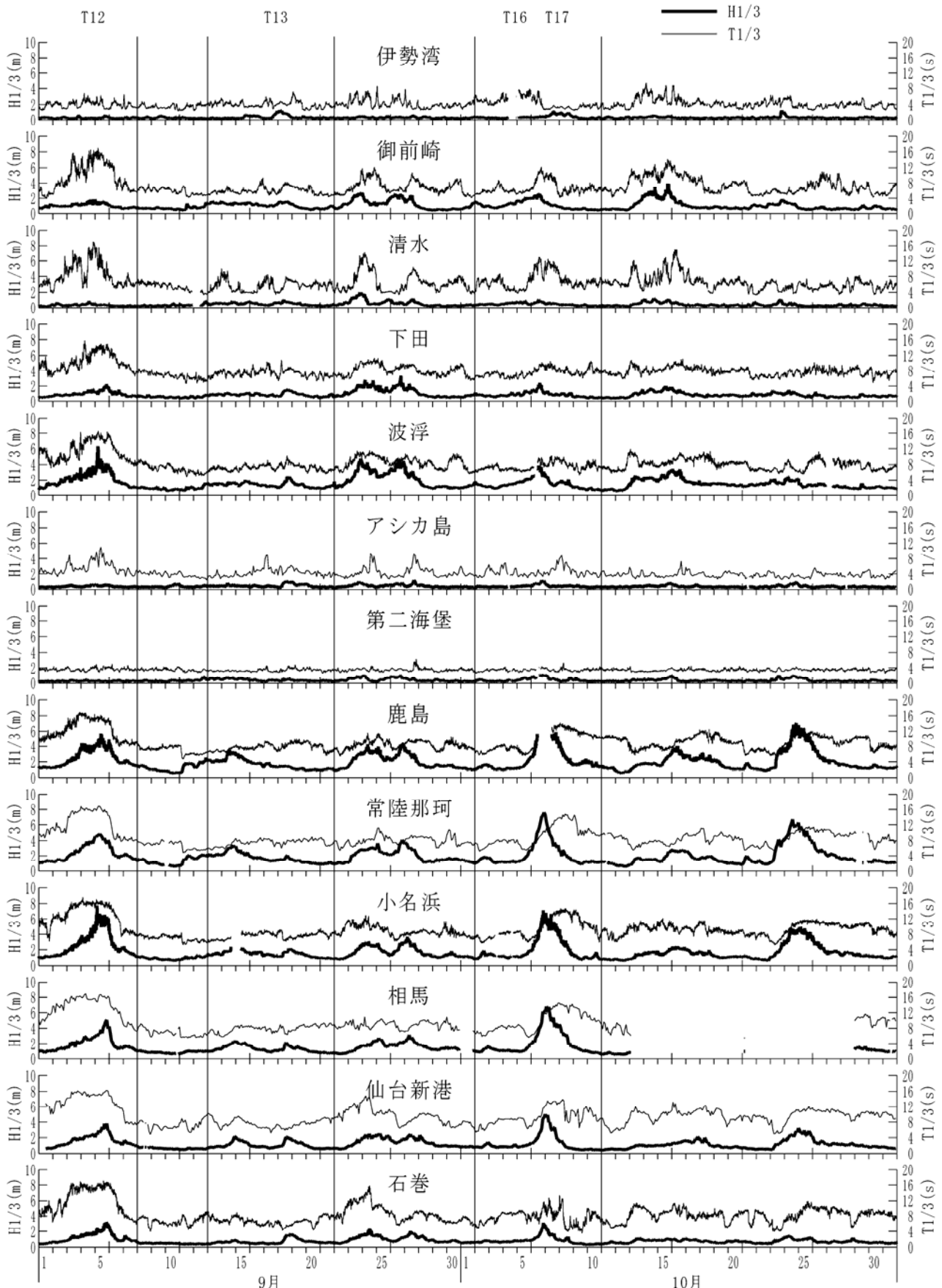
付図-1 有義波高・周期の経時変化図 (2006年9月~10月)



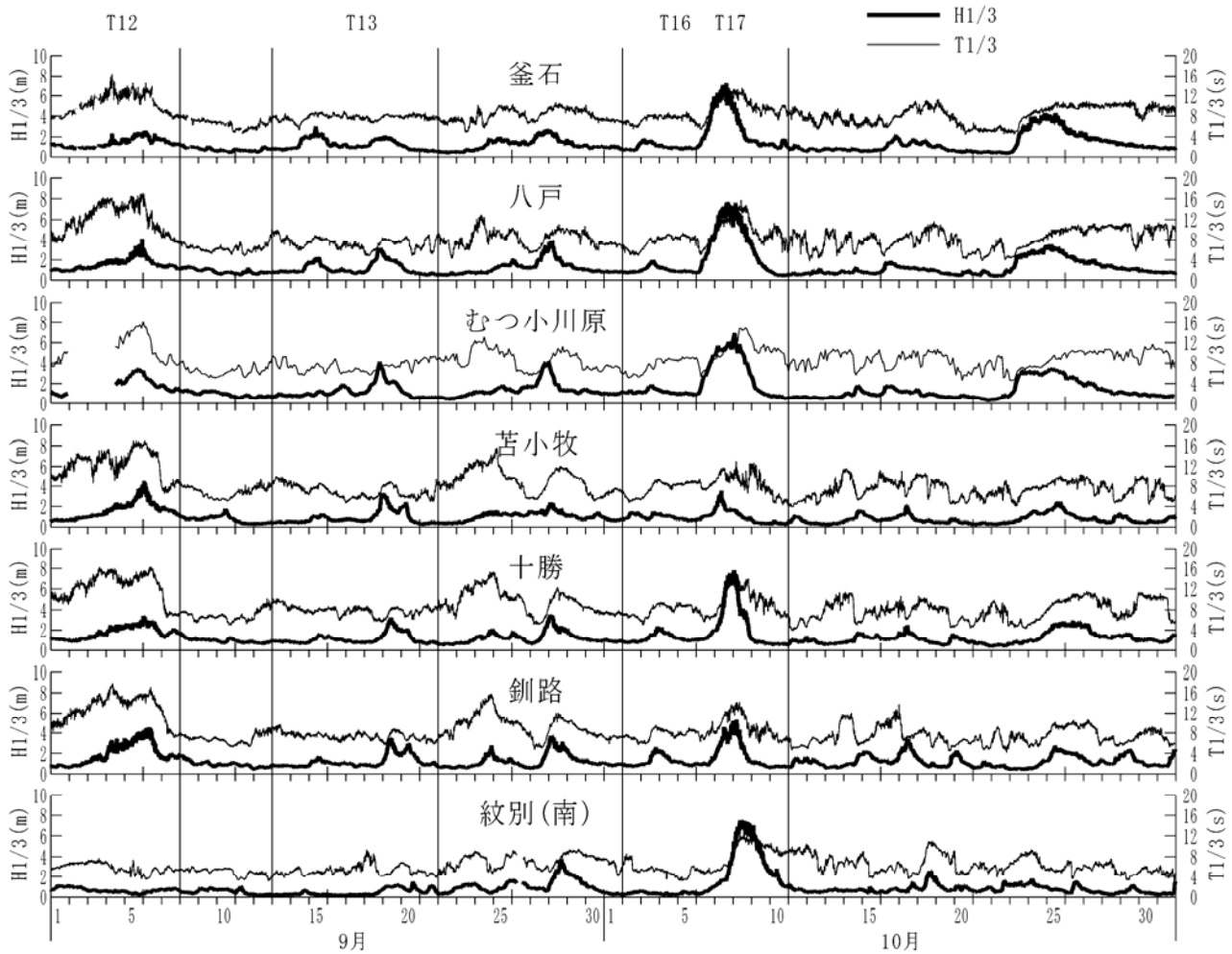
付図-2 有義波高・周期の経時変化図 (2006年9月~10月)



付図-3 有義波高・周期の経時変化図 (2006年9月~10月)



付図-4 有義波高・周期の経時変化図 (2006年9月~10月)



付図-5 有義波高・周期の経時変化図 (2006年9月~10月)

港湾空港技術研究所資料 No. 1160

2007. 6

編集兼発行人 独立行政法人港湾空港技術研究所

発行所 独立行政法人港湾空港技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号
TEL. 046(844)5040 URL. <http://www.pari.go.jp/>

印刷所 新高速印刷株式会社

Copyright © (2007) by PARI

All rights reserved. No part of this book must be reproduced by any means without the written permission of the President of PARI.

この資料は、港湾空港技術研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部または一部の転載、複写は港湾空港技術研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。