

# 第1回 富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会

## 議 事 次 第

開催日時： 平成20年3月6日（木） 13：15～15：00

開催場所： オークスカナルパークホテル富山

### 1. 開 会

### 2. 挨 拶

- ・北陸地方整備局湾空港部長                      大脇 崇
- ・富山県土木部長                                      埴生 雅章

### 3. 委員紹介

### 4. 議 事

#### (1) 委員長挨拶

(独) 港湾空港技術研究所研究主監              高橋 重雄

#### (2) 報告事項

- ① 今回の「うねり性波浪」による被害について
- ② 「寄り回り波」について
- ③ 今回の「うねり性波浪」に関する波浪状況等について
- ④ ナウファスに関する情報について
- ⑤ 今後の検討方針(案)について

#### (3) 意見交換と方針決定

### 5. 閉 会

# 富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会

## 委員会の設置目的

平成20年2月23日から24日にかけて、発達した低気圧の影響により北日本の日本海側地域を中心に、高波や暴風による被害が相次いだ。

富山県内では、波に流されるなどして2人が死亡、家屋や倉庫等の損壊・浸水は約300棟にのぼったほか、沿岸部では海岸や漁港、そして港湾施設にも大きな被害が発生した。

港湾施設については、伏木富山港の伏木地区の北防波堤で、全長1500mのうち約800mにわたって最大で12メートル陸地側へ押し込まれる被害を受けたほか、臨港道路や、港湾緑地で冠水による被害をうけるとともに、同港新湊地区においても防波堤が一部決壊したほか、岸壁・物揚場・護岸で上部工、車止めや防舷材等に、臨港道路や緑地で冠水による被害を受けた。

富山湾を襲い、港湾施設にも被害をもたらした今回の波浪は、国土交通省港湾局の全国波浪観測情報網（ナウファス）の観測データによると、通常より長い周期を持つ「うねり性波浪」であり、この波浪が断続的に来襲したことが確認されている。

この「うねり性波浪」は地元で「寄り回り波」と呼ばれている。「寄り回り波」は日本海北部の暴風域で発生・成長したうねりが、長い距離を伝播して富山湾へ到達するものであり、あたかも各地を寄って回るように来襲するため古くから「寄り回り波」と言われている。

本委員会は、港湾施設等に多大な被害を与えた「うねり性波浪」の対策を北陸地方整備局港湾空港部と富山県が共同で検討するものであり、今回の被災状況および波浪等の気象海象を取りまとめ整理するとともに、観測データの解析等を通じて富山湾における「うねり性波浪」の特性把握と港湾施設被災のメカニズムを明らかにし、今後の対応策について技術的な検討を行うことを目的として設置するものである。

## 第1回 富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会 出席者

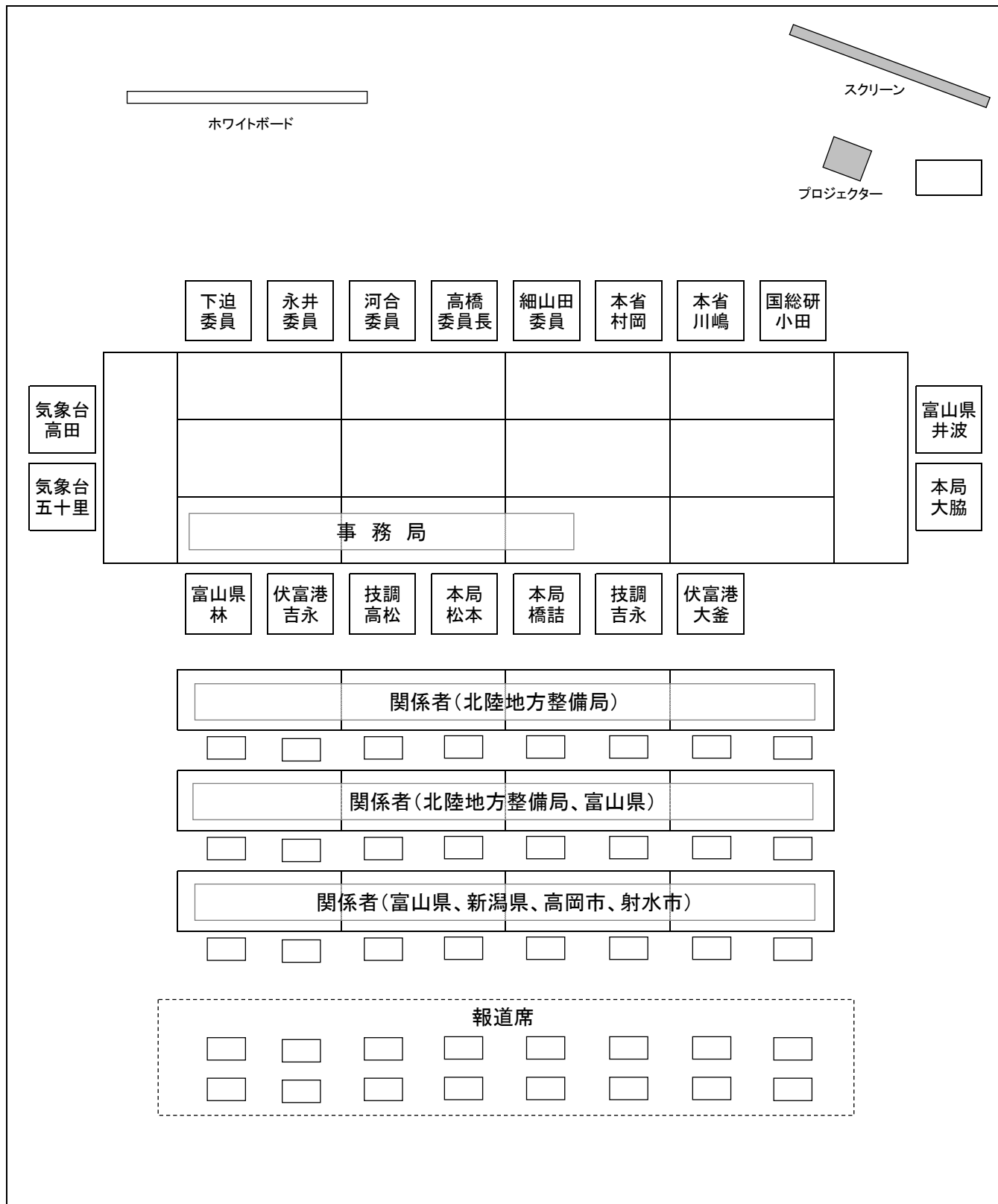
日時:平成20年3月6日13:15～15:00

場所:オークスカナルパークホテル富山  
2F 鳳凰東の間

	氏名	役職	摘要
委員	ほそやまだ とくぞう 細山田 得三	長岡技術科学大学 水工・防災設計工学准教授	
委員	かわい まさし 河合 雅司	富山商船高等専門学校 商船学科航海コース准教授	
委員長	たかはし しげお 高橋 重雄	(独)港湾空港技術研究所 研究主監	
委員	ながい のりひこ 永井 紀彦	(独)港湾空港技術研究所 海洋・水工部長	
委員	ひらいし てつや 平石 哲也	(独)港湾空港技術研究所 波浪研究室長	ご欠席
委員	しもきこ けんいちろう 下迫 健一郎	(独)港湾空港技術研究所 耐波研究室長	
関係者	むらおか たけし 村岡 猛	国土交通省港湾局 技術企画課 技術基準審査官	
関係者	かわしま なおき 川嶋 直樹	国土交通省港湾局 海岸・防災課 災害対策室長	
関係者	おだ かつや 小田 勝也	国土技術政策総合研究所 沿岸防災研究室長	
関係者	ながお たけし 長尾 毅	国土技術政策総合研究所 港湾施設研究室長	ご欠席
関係者	はにゆう まさあき 埴生 雅章	富山県土木部長(代理 次長 井波 久治)	
関係者	おおわき たかし 大脇 崇	国土交通省北陸地方整備局 港湾空港部長	
関係者	はしづめ ともよし 橋詰 知喜	国土交通省北陸地方整備局 港湾空港部 港湾空港企画官	
関係者	よしなが ひろし 吉永 宙司	国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所長	
関係者	おおかま たつお 大釜 達夫	国土交通省北陸地方整備局 伏木富山港湾事務所長	
オブザーバー	たかだ まさゆき 高田 政幸	国土交通省新潟地方気象台 次長	
オブザーバー	いかり はやと 五十里 勇人	国土交通省富山地方気象台技術課 予報官	

# 第1回 富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会 座席図

日時:平成20年3月6日13:15~15:00  
場所:オークスカナルパークホテル富山 2F 鳳凰東の間



受付

入口

第1回 富山湾における『うねり性波浪』対策検討技術委員会 資料

# 富山湾内の被災状況について

平成20年 3月 6日

国土交通省 北陸地方整備局  
伏木富山港湾事務所

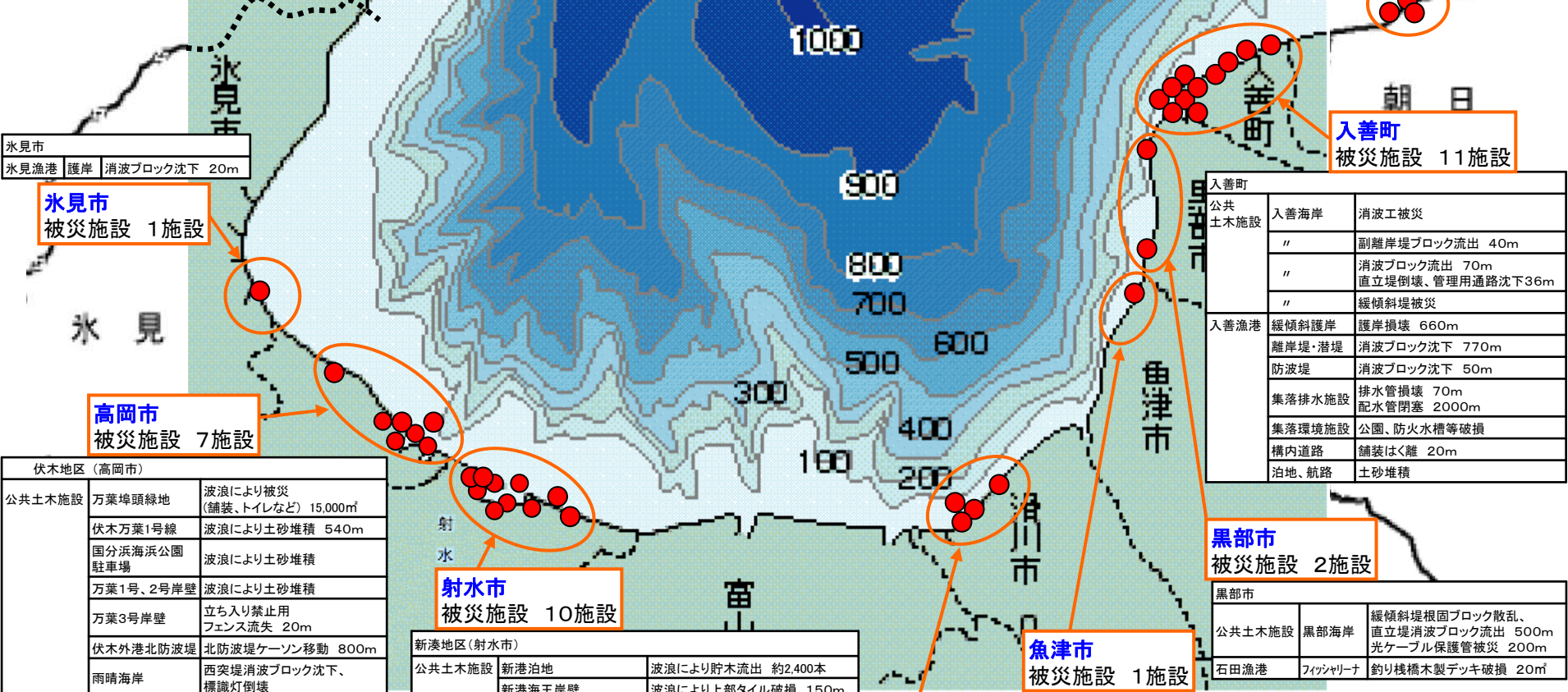
富 山 県

# 富山湾の被害状況

(平成20年3月4日現在)

市町村名	人的被害(人)				住家被害(棟)				非住家(棟)					
	死者	行方不明	重傷	軽傷	全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水	全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水
高岡市										5	5			
黒部市									42					30
射水市	1			1										
入善町	1		1	14	5	6	14	40	69	11	4	9	38	
朝日町								2	1	4		11		
計	2	0	1	15	5	6	14	42	112	20	9	20	68	

朝日町		
公共土木施設	境海岸	緩傾斜護岸被災 275m
	入善朝日線	車道部陥没 L=9m W=2m
宮崎漁港	構内道路	道路損壊 200m



氷見市		
氷見漁港	護岸	消波ブロック沈下 20m

**氷見市**  
被災施設 1施設

**高岡市**  
被災施設 7施設

伏木地区 (高岡市)		
公共土木施設	万葉埠頭緑地	波浪により被災 (舗装、トイレなど) 15,000㎡
	伏木万葉1号線	波浪により土砂堆積 540m
	国分浜海浜公園 駐車場	波浪により土砂堆積
	万葉1号、2号岸壁	波浪により土砂堆積
	万葉3号岸壁	立ち入り禁止用 フェンス流失 20m
	伏木外港北防波堤	北防波堤ケーソン移動 800m
	雨晴海岸	西突堤消波ブロック沈下、標識灯倒壊

**射水市**  
被災施設 10施設

新湊地区 (射水市)		
公共土木施設	新港泊地	波浪により貯木流出 約2,400本
	新港海岸壁	波浪により上部タイル破損 150m
	新港防波堤(波除)西	波浪により上部タイル破損 100m 防護柵破損 100m
	新港防波堤(波除)東	波浪により波除堤決壊 50m
	新港海王丸パーク	駐車場一部土砂堆積
	海老江海浜公園突堤	被覆石飛散、消波ブロック飛散
	東埋立地元気の森公園	ネットフェンス倒れ 200m
漁港	東地区防波堤	堤防損壊 L=50m
	西地区防波堤	消波ブロック沈下 400m
	西地区沖防波堤	消波ブロック沈下 100m

その他		
水産施設	朝日町	個人用船小屋全壊3件、一部損壊11件 船揚げ機等破損3件
	入善町	個人用漁具倉庫全壊3件
	黒部市	民間水産会社漁具倉庫壁損壊・海水土砂流入1件
	富山市	焼却施設(飯用停止中)シャッター破損1件
	射水市	養殖施設取水管取水障害1件
漁船等	漁船	破損47隻、転覆6隻 計53隻
	漁網	定置網 全損5件、一部損壊8件 計13件 刺し等 流失 計40件

入善町		
公共土木施設	入善海岸	消波工被災
	"	副離岸堤ブロック流出 40m
	"	消波ブロック流出 70m 直立堤倒壊、管理用通路沈下36m
	"	緩傾斜堤被災
入善漁港	緩傾斜護岸	護岸損壊 660m
	離岸堤・潜堤	消波ブロック沈下 770m
	防波堤	消波ブロック沈下 50m
	集落排水施設	排水管損壊 70m 配水管閉塞 2000m
	集落環境施設	公園、防火水槽等破損
	構内道路	舗装はく離 20m
泊地、航路	土砂堆積	

**黒部市**  
被災施設 2施設

黒部市		
公共土木施設	黒部海岸	緩傾斜堤根固ブロック散乱、直立堤消波ブロック流出 500m 光ケーブル保護管被災 200m
石田漁港	フィッシャリーナ	釣り桟橋木製デッキ破損 20㎡

**魚津市**  
被災施設 1施設

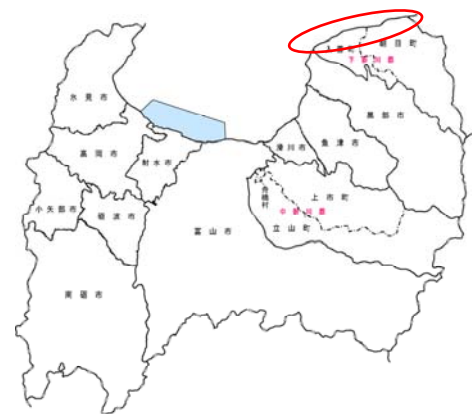
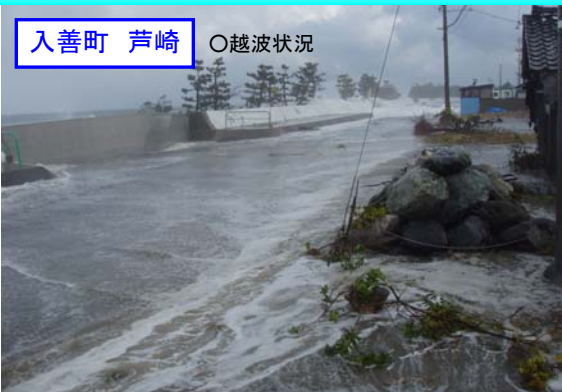
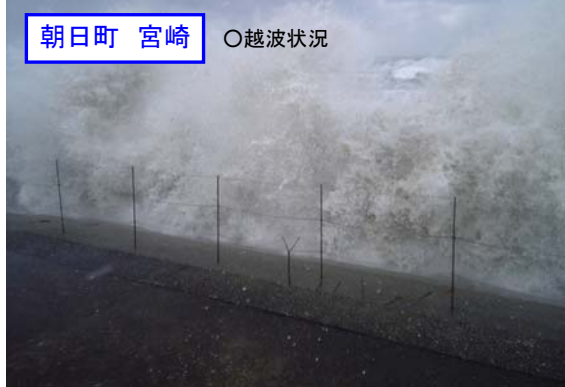
魚津市		
経田漁港	泊地、航路	土砂堆積 V=2,500m3

**滑川市**  
被災施設 4施設

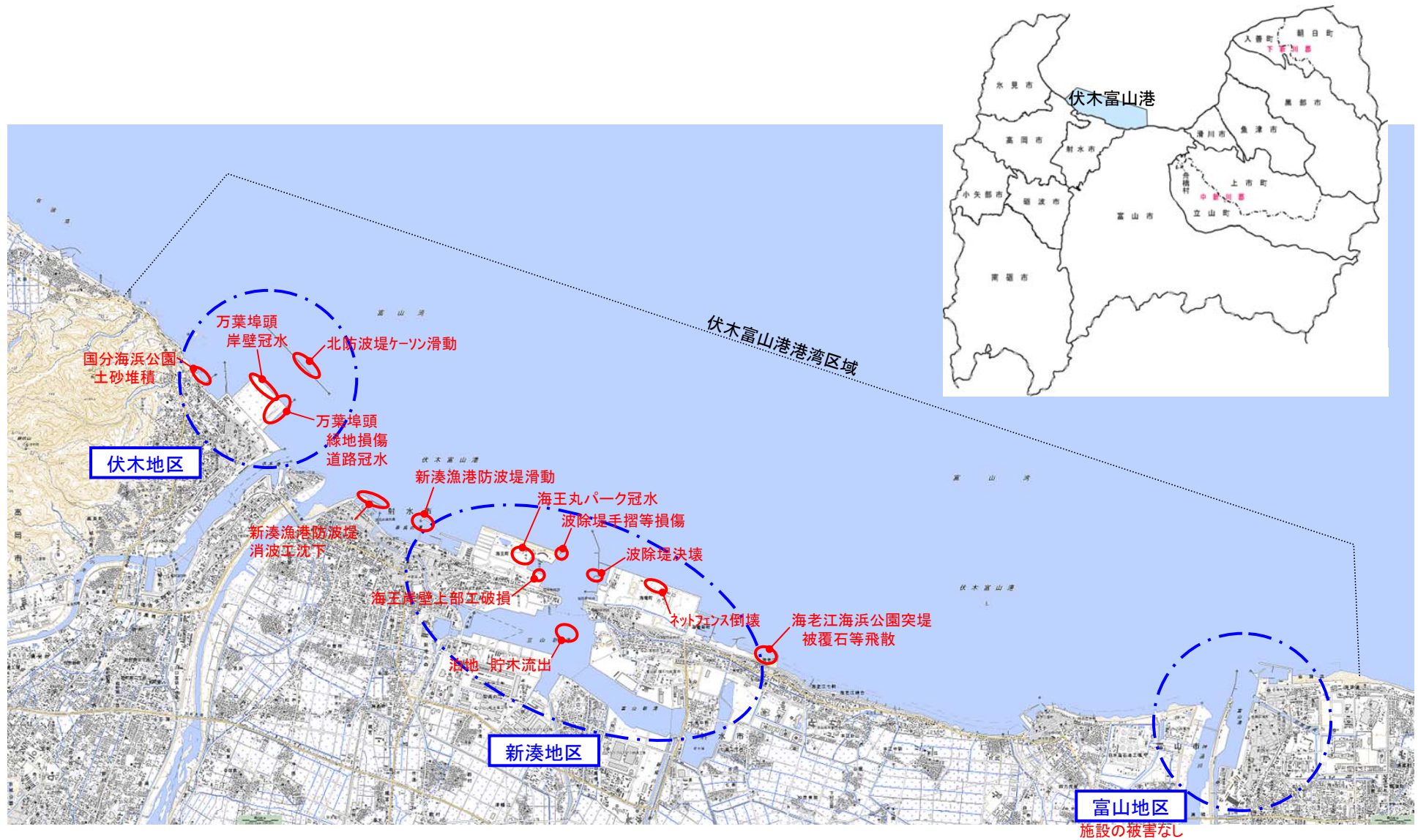
滑川市		
公共土木施設	滑川海岸	人エリーフ灯浮標(標識灯)の破損
漁港	離岸堤	消波ブロック沈下 500m
	緩傾斜護岸	排水路吐口損壊 1箇所
	緩傾斜護岸	陸側歩道舗装面隆起 20m



# 富山湾の被害状況写真(富山県東部の状況)



# 伏木富山港 2月24日の冬期風浪による被害について





# 伏木富山港 2月24日の冬期風浪による被害について



平成20年3月3日現在 伏木富山港の被害状況

番号	被災施設	発生場所	被災状況(規模は目視程度)	現在の措置
①	伏木外港 北防波堤	伏木地区	北防波堤ケーソン800m岸壁側へ移動	
②	万葉埠頭緑地	〃	波浪により被災(舗装、トイレなど) A=15,000㎡	立ち入り禁止
③	伏木万葉1号線	〃	波浪により土砂堆積 L=540m	関係者以外通行禁止
④	万葉1, 2号岸壁	〃	波浪により土砂堆積	立ち入り禁止解除
⑤	万葉3号岸壁	〃	ソーラスフェンス20m流失	フェンス恢復旧済
⑥	国分浜海浜公園 駐車場	〃	波浪により土砂堆積	立ち入り禁止
⑦	新港防波堤(波除)堀岡町	新湊地区	波浪により波除堤約50m決壊	航路に航行危険箇所の表示パイ設置
⑧	新港防波堤(波除)海王町	〃	波浪により上部タイル破損 L=100m 防護柵破損 L=100m	立ち入り禁止
⑨	新港海王岸壁	〃	波浪により上部タイル破損 L=150m	一部立ち入り禁止
⑩	新港海王丸パーク	〃	駐車場一部土砂堆積	立ち入り禁止解除
⑪	元気の森公園の西側緑地	〃	ネットフェンス倒れ L=200m	立ち入り禁止
⑫	新港泊地	〃	波浪により貯木流出 約2,400本	原木回収完了
⑬	海老江海浜公園突堤	〃	被覆石飛散, 消波ブロック飛散	立ち入り禁止

※⑭新湊漁港 防波堤ケーソン滑動・傾斜

# 伏木地区 被害状況写真



①伏木地区 北防波堤



②伏木地区 万葉埠頭緑地



④⑤伏木地区 万葉1～3号岸壁

万葉3号岸壁 フェンス損傷



③伏木地区 伏木万葉1号線

(2月24日午後1時)冠水状況



⑥国分海浜公園駐車場

土砂堆積状況





# 新湊地区 被害状況写真





# 伏木外港 被災状況

(平成20年2月25日(月)午後3時頃撮影)

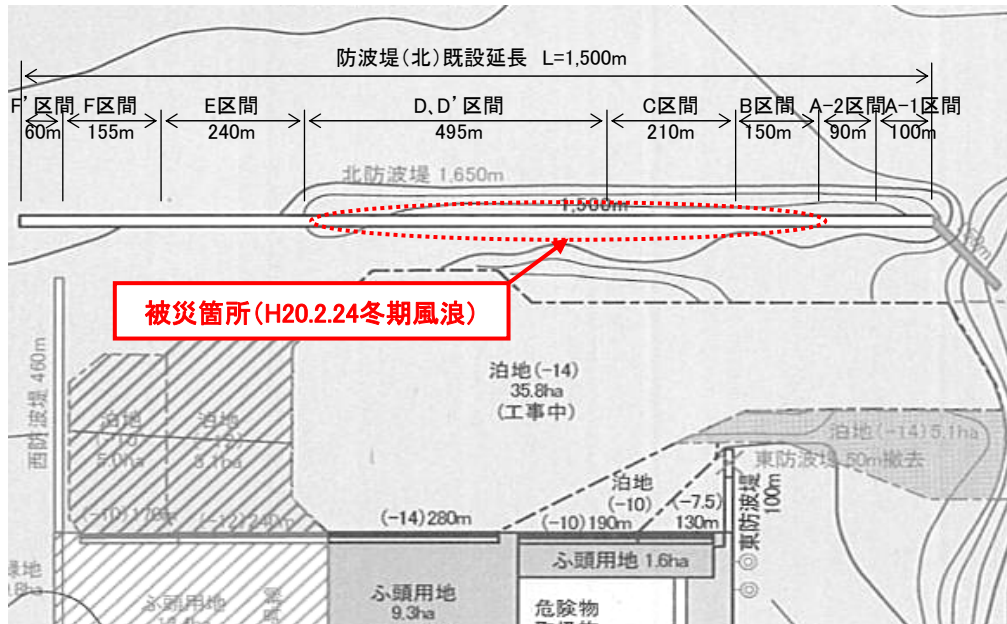




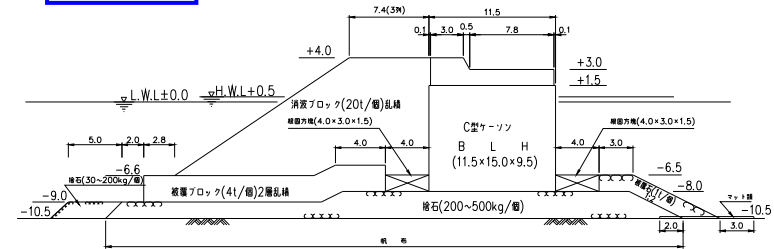




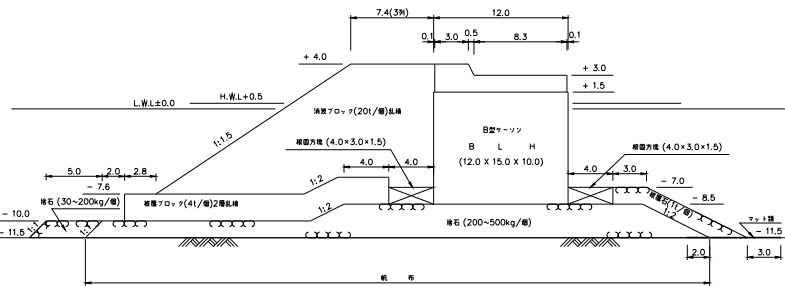
# 伏木地区北防波堤 標準断面図(被災区間)



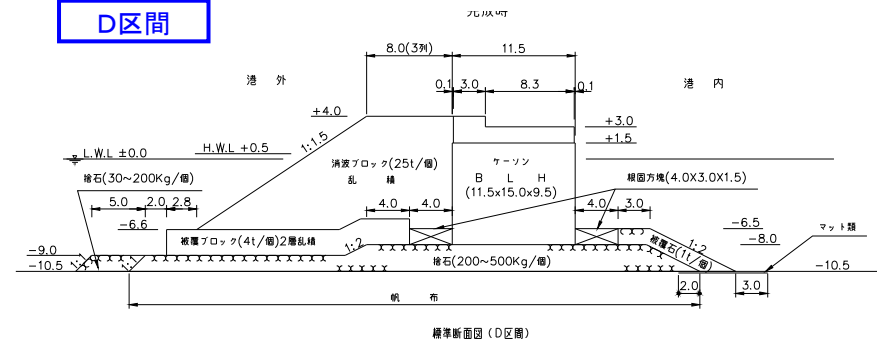
C区間



B区間



D区間



# 伏木地区北防波堤 被災状況 (H20.2.24冬期風浪)

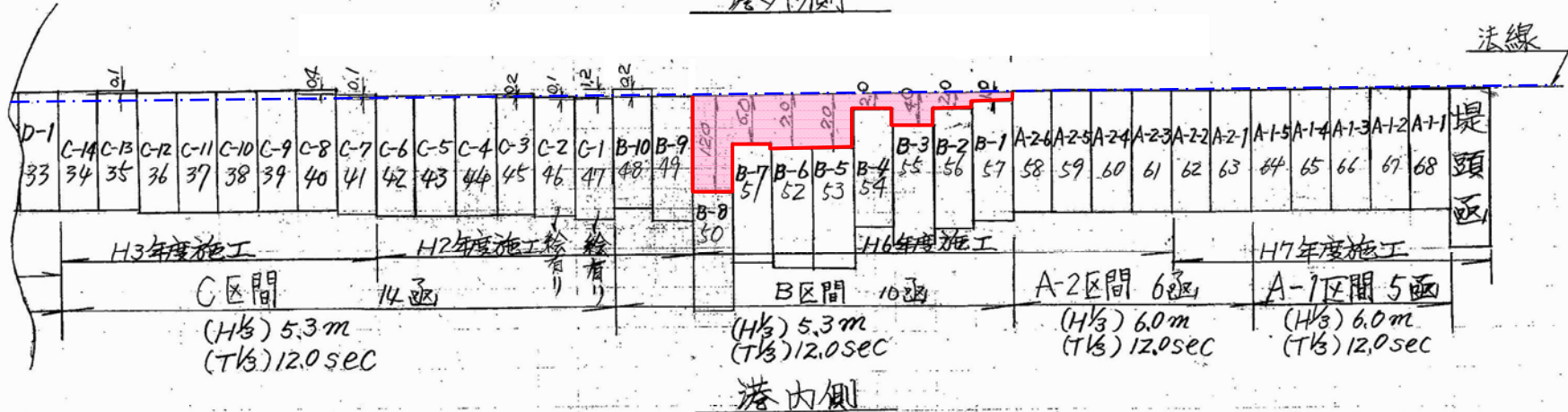


# 伏木地区北防波堤 被災状況(調査状況)

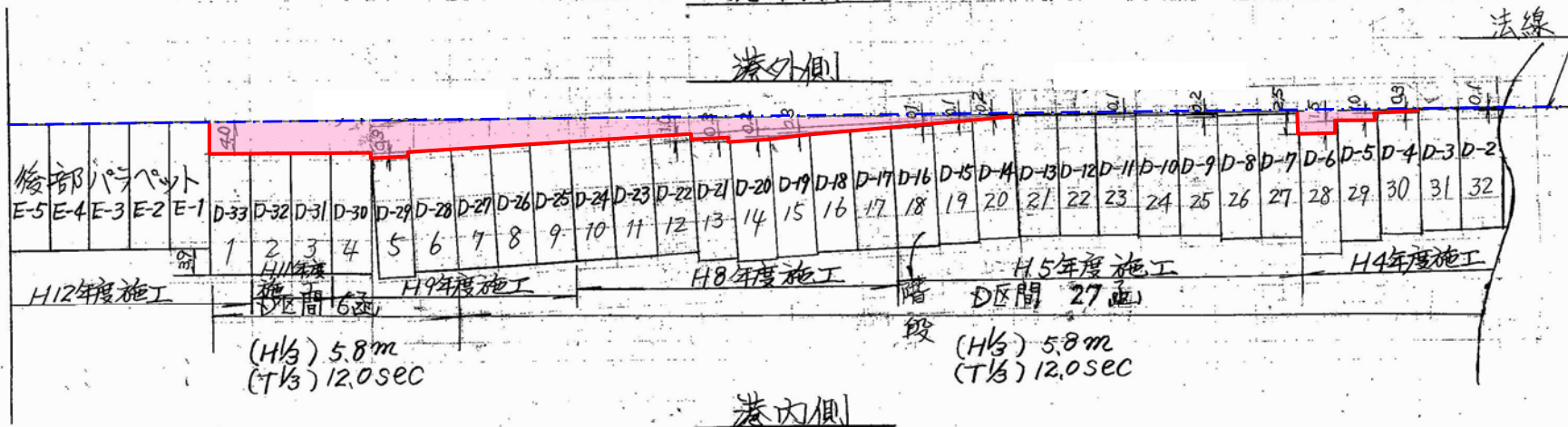
(移動量は目視による)

※調査年月日(防災工研斗)  
H20.2.25

伏木地区 防波堤(北)  
港外側



港内側



港内側



# 伏木地区北防波堤(H20.2.24)被災状況写真①

・防波堤(北)B区間 堤体滑動



・防波堤(北)D区間 堤体滑動



・防波堤(北)D'区間 堤体滑動



・防波堤(北)堤体滑動 (全体図)



## 伏木地区北防波堤(H20.2.24)被災状況写真②

・防波堤(北)B区間 堤体滑動(港内側)



・防波堤(北)B区間 堤体滑動、消波工沈下(港外側)



・防波堤(北)D区間 堤体滑動



・防波堤(北)D、D'区間 堤体滑動





# 冬季風浪（寄り回り波）による伏木富山港防波堤被災に関する調査（伏木地区防波堤（北））

海洋・水工部波浪研究室 平石哲也

## 1. 概要

平成 20 年 2 月 24 日の冬季風浪により伏木地区防波堤（北）が 855m にわたって被災した。被災要因の一つとして、寄り回り波と言われる長周期のうねりの影響が考えられるので、現地調査を実施し、被災メカニズムの解明に務めた。

日付：2008 年 3 月 1 日

内容： 11:00-12:00 被災概要の把握（伏木富山港湾事務所）  
13:00-15:00 防波堤現地調査  
15:00-16:00 記者発表（寄り回り波の特性と調査目的についてのみ）  
17:00-18:00 万葉地区緑地，入善町芦崎地区踏査

調査員：波浪研究室 平石哲也，新潟港湾空港技術調査事務所 吉永所長，高松調査課長

協力：伏木富山港湾事務所

## 2. “寄り回り波”の特性

日本海北部の暴風域で発生し成長したうねりが、長い距離を伝播して富山湾へ到達するもので、新湊、滑川等で高波の襲来に時間差がある。あたかも各地を寄って回るように来襲するため古来から寄り回り波と言われている。これまでに整理された資料では、新湊で最大波高 3~4m で周期 10.5~14.0s の記録が見られる。なお、NOWPHAS による従来の最大波は以下の通りである：

地点	水深	機種	H <sub>1/3</sub>	T <sub>1/3</sub>	起時
富山	20.0m	USW(海象計)	6.75m	8.3s	2004/10/20,22:00
伏木富山	46.4m	USW	6.53m	8.4s	2004/10/20,22:00

今回の観測値および伏木防波堤設計波は以下の通りである。

設計波	H <sub>1/3</sub> =5.3-6.4m	T <sub>1/3</sub> =12.0s			模型実験による
富山	H <sub>1/3</sub> =9.92m	T <sub>1/3</sub> =16.2s	H <sub>max</sub> =***	T <sub>max</sub> =***	2008/2/24,16:00
伏木富山	H <sub>1/3</sub> =4.22m	T <sub>1/3</sub> =14.2s	H <sub>max</sub> =6.49m	T <sub>max</sub> =14.8s	2008/2/24,14:00

\* 富山の観測波形を確認したところ、相対的に浅水域に相当し、波の非線形性によって山が高く、谷が小さい波形になっていた。伏木富山(-46.4m)から富山(-20.0m)までの波高の増大は非線形波浪の変形を計算することで再現できると思われる。

\* 今回の波浪は、従来よりも周期が長い寄り回り波である。波高についても、設計波と比較するために NOWPHAS データを活用し、局所的な分布を精査すべきであろう。周期が長いうねり（長周期うねり）は近年各地で観測されており、幅広消波工等による対策が必要となっている。（例：2004/10/20, 14:00 室戸 GPS;H<sub>1/3</sub>=14.21m, T<sub>1/3</sub>=16.3s 2006/9/5, 3:20 小名浜;H<sub>1/3</sub>=7.73m, T<sub>1/3</sub>=16.7s など）

### 3. 防波堤の被災調査

伏木地区 防波堤（北）1500m 中の 855m が被災しており，被災工区は，B, C, D, D' 区間である．防波堤設置区間の水深は，10～11m であるが，中央部はややテラス状に張り出しており，屈折の影響で，局所的に波高が高くなる可能性はある．最も被災が顕著な B 区間では，港外側から港内側へ消波ブロックがケーソンを飛び越えた痕跡が見られ，消波ブロックもほぼ全部が水没・飛散していた．したがって，長周期のうねりによって，まず消波ブロックが移動し，設計値より大きい波力がケーソンに作用し，マウンドから滑動・転倒したものと考えられる．

目視でケーソン移動が確認できた D' 区間は，上陸することができず消波工の移動状況を詳細に確認することはできなかった．ただし，D' 区間では E 区間側に近づくにつれて滑動量が大きくなる傾向があり，ケーソン断面の変化による前面波高の変化について詳細な検討が必要と思われる．

ケーソンの滑動が大きい部分は，消波工の沈下・飛散も顕著であり，被覆ブロックも含めた安定性の再検討も重要と考えられる．



(a) 消波ブロックの飛散・衝突による上部工欠損 (b) B 区から A 区（堤頭部）を望む  
写真 伏木地区防波堤（北）の被災状況

### 4. その他

万葉地区緑地護岸は越波および吸い出しによる護岸裏込めの被災状況を確認した．護岸ケーソン本体は被災しておらず，吸い出しの防止，越波流量の再計算等を実施し，透水性の高い材料による置きかえも対策として考えられる．

入善町芦崎地区では，入善町の案内で，越波による家屋被災および堤防外側の緩傾斜護岸の被災状況について情報を収集した．芦崎地区は DL+5.7m の緩傾斜海岸堤防で防護されている．緩傾斜堤の海側には離岸堤および潜堤が設置されているが，離岸堤および緩傾斜堤のブロックが多数移動していた．ただし，海岸堤防本体は破壊されておらず，通行用の門扉部が破壊されていた．地元消防団の話では，波は堤防を飛び越えて，流れのように入ってきたということである．長周期のうねりに伴う長周期波による水位上昇などが潜堤や離岸堤の効果を減少させた可能性が高い．また，緩傾斜堤が透水性を有していないので，遡上を抑止することができなかったことも一因であろう．

今回の調査にあたり，資料を提供していただくとともに現地調査の調整をしていただいた大釜所長をはじめとする伏木富山港湾事務所の皆様に深く感謝いたします．

2008. 03. 06.

# 寄り回り波

富山商船高等専門学校  
河合雅司

## 1. 寄り回り波とは？

☆発生時期 12月～4月

富山湾沿岸に災害を及ぼす恐れのあるうねり性の大波

有義周期：10～12秒程度、 有義波高：3～5m程度  
年に数回程度発生



写真1 富山商船高等専門屋上から撮影（2008年2月24日 13時頃撮影）

## 2. 寄り回り波の3つの不思議

☆突如来襲：天候が回復し風も治まった頃に大波来襲

☆地域性：大波が発生する地域と発生しない地域がある

☆時間差攻撃：大波が来襲する時間が場所によって異なる

### 3. 富山湾の特徴

能登半島で北西の季節風による波浪が遮断

- ☆比較的平穏な海域
- ☆冬でも漁が可能
- ☆北東からの波浪に弱い
- ☆急深の沿岸であり波のエネルギーが減衰しにくい

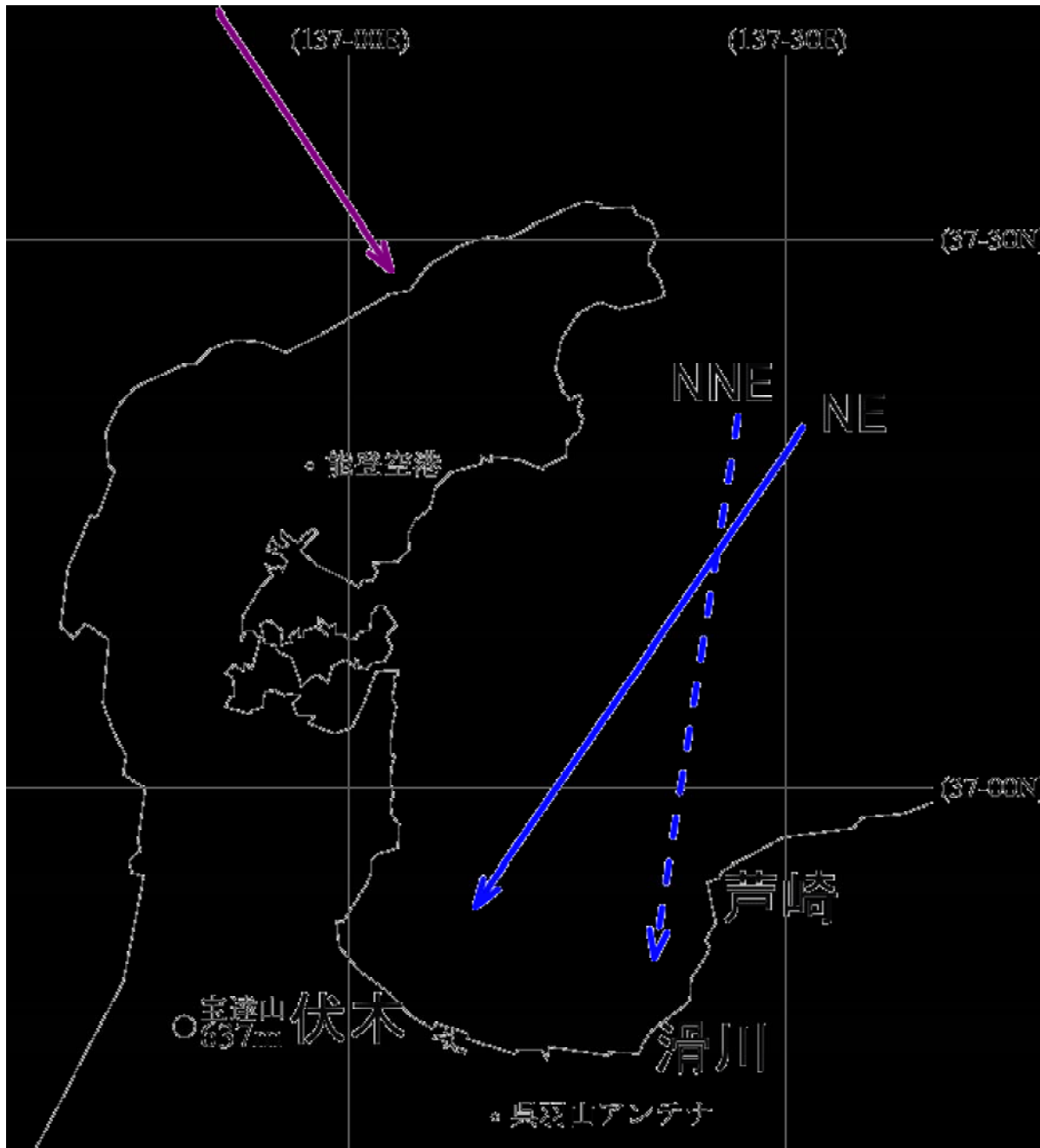


図1 富山湾

## 4. まとめ

☆北東からの寄り回り波が沿岸災害をもたらしたと思われる。

☆今後の課題と対策

- ・ 寄り回り波の定量的定義の確立
- ・ 寄り回り波予報通報システムの確立  
例：ワンセグリアルタイムデータ放送による緊急寄り回り波情報の提供
- ・ 寄り回り波との共存（力で対抗しない方が良い）



第1回 富山湾における『うねり性波浪』  
対策検討技術委員会 資料

今回の「うねり性波浪」に関する  
波浪状況等について

平成20年3月6日  
国土交通省 北陸地方整備局  
新潟港湾空港技術調査事務所

# 第1回 富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会 資料

## 今回の「うねり性波浪」に関する波浪状況等について

### ～ 目 次 ～

1. 被災時の冬期風浪の概況	1
2. 海象計位置図について	1
3. 波浪（有義波・周期）の経時変化について	2
4. 過去の最大有義波高および最大周期ベスト10	4
5. 風データの経時変化について	5
6. 既往最高波と被災波（有義波・周期）の経時変化について	6
7. “波の違い” 既往最高波浪と被災波の比較について	7
8. 日本海および富山湾の地形について	8
9. うねり性波浪（寄り回り波）	9
10. 「あいがめ」と北防波堤の位置について	9
11. 北防波堤の深淺図について	10

# 今回の「うねり性波浪」に関する波浪状況等について

## 1. 被災時の冬季風浪の概況

平成20年2月23日（土）夕方頃、津軽海峡付近を発達した低気圧が通過した後に強い冬型の気圧配置が強まり、24日（日）は、1日中、日本海側を中心に風雪と波の強い状態が続いた。今回の気圧配置図を図-1（1）・（2）に示す。

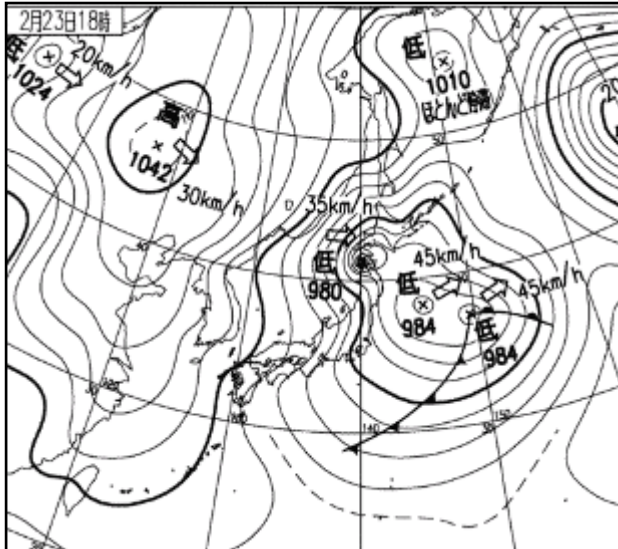


図-1（1） 2月23日（土） 18時

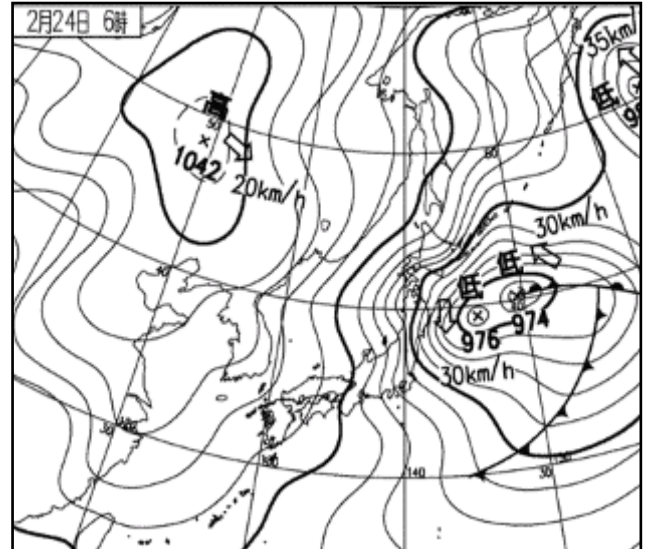


図-1（2） 2月24日（日） 6時

## 2. 海象計位置図について

伏木富山港の波浪観測の海象計の位置図を図-2（1）・（2）に示す。伏木地区は、昭和62年から観測を開始し、現在マフコタワー電送により2時間毎、富山地区は、海象計により常時観測している。2地点の距離は、約12Kmである。なお、観測データは、ナウファスでインターネット配信されている。



図-2（1） 伏木地区位置図

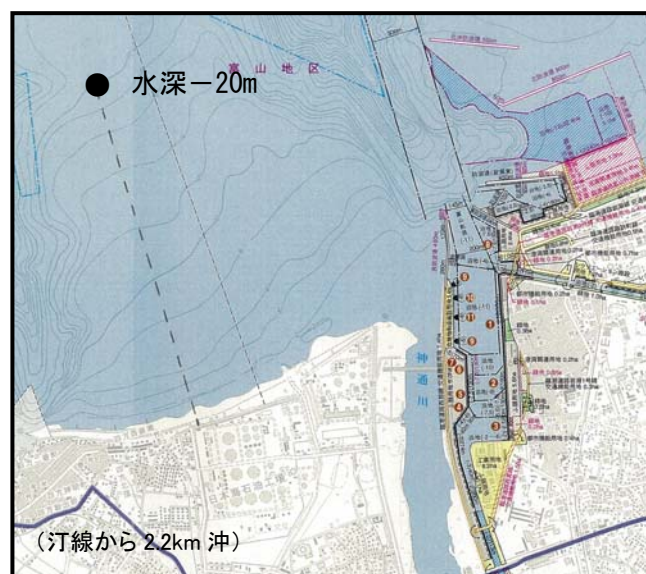


図-2（2） 富山地区位置図

### 3. 波浪（有義波・周期）の経時変化について

23日夕方から伏木富山港でも波浪が急激に高まった。

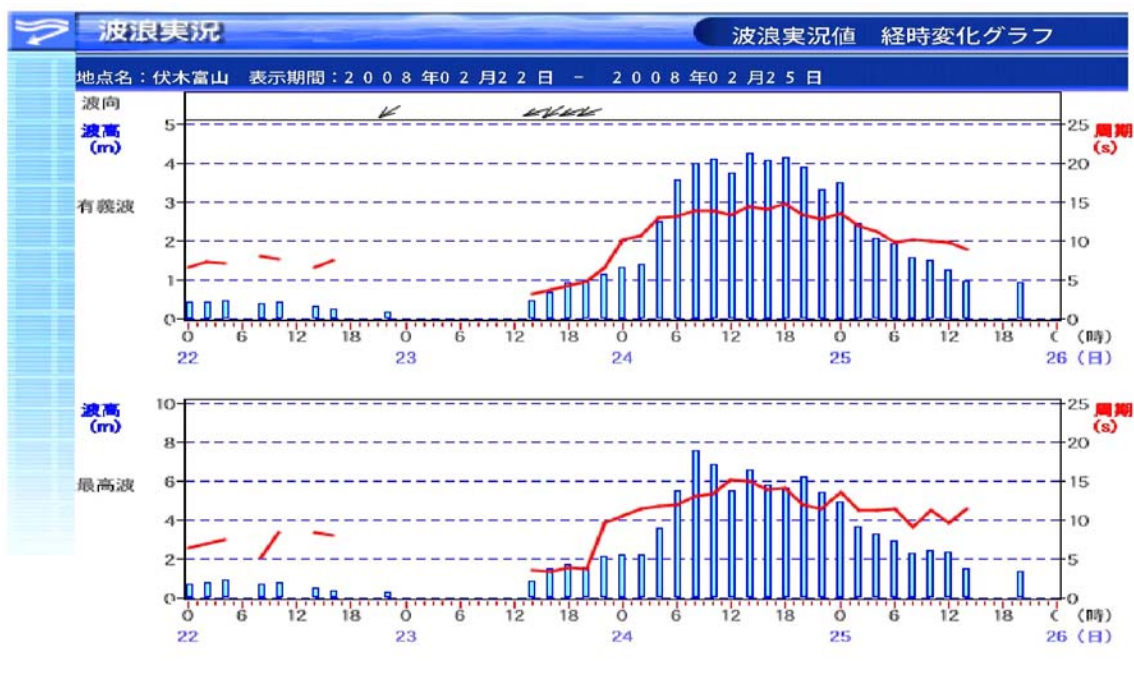


図-3 波浪状況経時変化グラフ（伏木地区 H20/2/22~25）

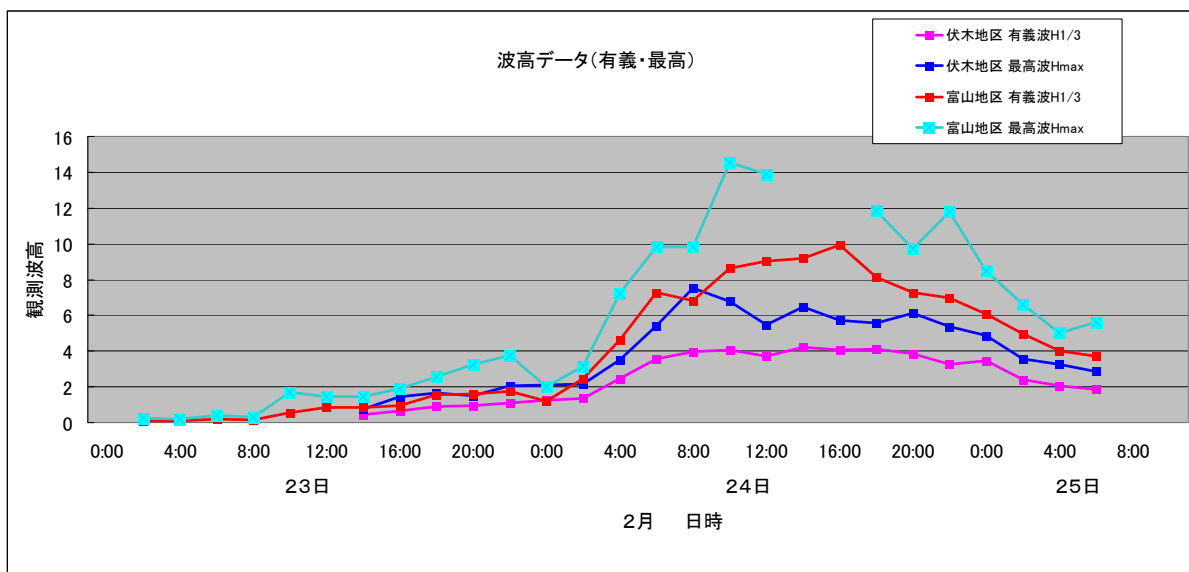


図-4 波浪状況経時変化グラフ（伏木と富山地区 H20/2/22~25）

#### 1) 伏木地区 波浪観測値 (DL-46m)

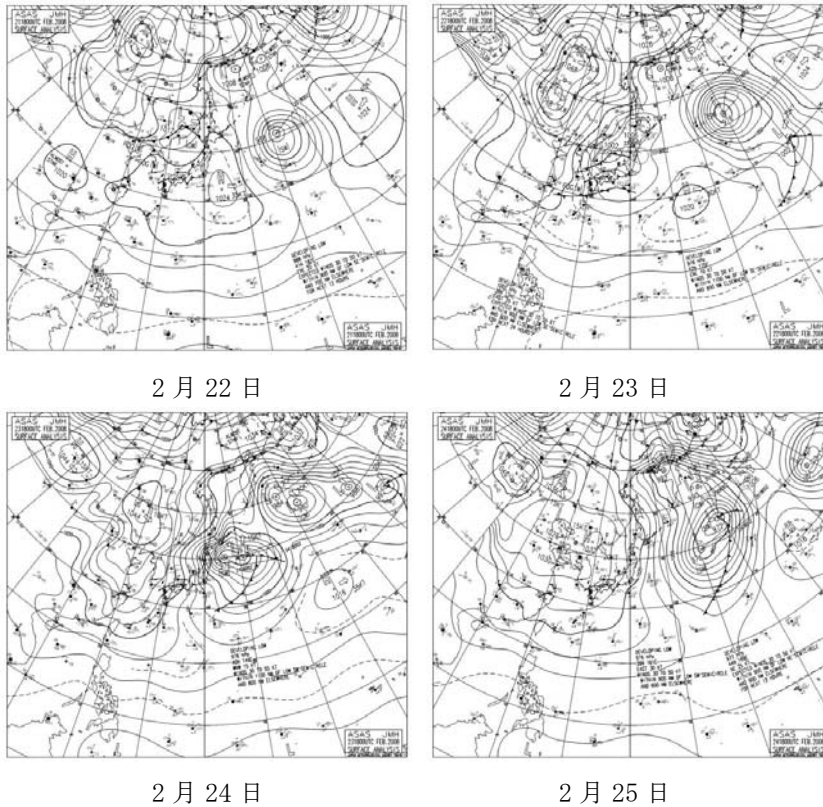
- ・ 2 / 24 10:00 H1/3=4.10m、T1/3=13.8sec、Hmax=6.77m
- ・ 2 / 24 14:00 H1/3=4.24m、T1/3=14.4sec、Hmax=6.47m

#### 2) 富山地区 波浪観測値 (DL-20m)

- ・ 2 / 24 10:00 H1/3=8.65m、T1/3=15.0sec、Hmax=14.53m
- ・ 2 / 24 16:00 H1/3=9.92m、T1/3=16.2sec、Hmax 欠測

### 3) 被災時の波浪と他港との時間差について

ナウファスの観測データより伏木富山港と直江津港の擾乱時間の推移を図-5に示す。



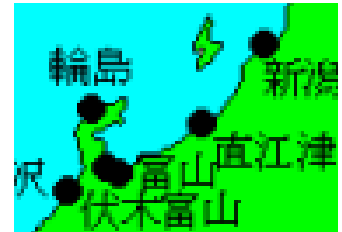
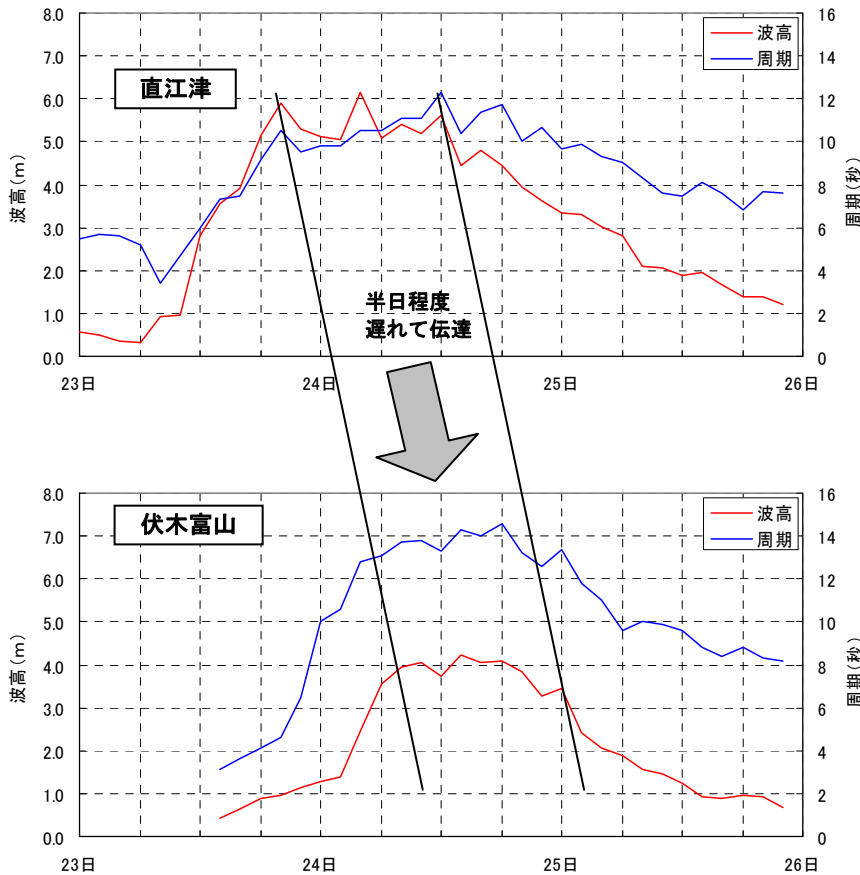
#### 被災時の気象・海象状況

2月22日から24日にかけて日本海を東北東に進む低気圧が急速に発達

低気圧の最接近は2月23日の午前中

低気圧が通過した約1日後に北海道西方から日本海にかけて発達した「寄り回り波」が富山に来襲

富山湾特有のあいがめ等の急傾斜地形の影響で減衰せずに到達した波が局部的に収束して被害をもたらした可能性



NAWPHAS 網(管内)

※) 直江津港と伏木地区の距離：約114km

図-5 被災時の波浪状況 (NAWPHAS 速報データ)



#### 4. 過去の最大有義波高および最大周期ベスト10

##### 1) 伏木地区観測波のランク

以下に過去20年間の上位極大波と大きい周期の有義波H1/3の観測記録を示す。  
被災波が非常に長い周期の波浪であったことが判る。

(1) 極大波H1/3順位表： 昭和62年10月～平成20年の伏木地区における有義波高(H1/3)を大きい順番に抽出した。(1987～2008年)

順位	有義波		波向		発生日時 年/月/日/時	最高波	
	H 1/3 (m)	T 1/3 (s)	16方位	角度		H max (m)	T max (s)
1	6.53	8.4	NNE	29	2004/10/20/22	9.90	9.3
2	4.36	8.8	NNE	23	1990/09/20/02	7.00	8.7
3	4.22	14.2			2008/02/24/14	7.51	12.8
4	4.02	8.0	NE	41	1998/01/15/10	8.09	8.0
5	3.64	7.5	NE	41	1990/11/30/20	4.99	6.3
6	3.32	7.1			1997/06/28/22	6.25	7.0
7	3.17	6.7	NNE	33	1992/11/07/18	4.80	6.0
8	3.13	6.5			1998/09/22/18	6.04	6.0
9	3.12	7.1	NNE	20	2006/10/06/22	5.48	8.0
10	3.10	7.2			2002/12/10/04	5.93	7.2

(2) 最大周期： 昭和62年10月～平成20年の伏木地区における有義波高(H1/3)2.6m以上の波を周期の大きい順番に抽出した。(1987～2008年)

順位	有義波		波向		発生日時 年/月/日/時	最高波	
	H 1/3 (m)	T 1/3 (s)	16方位	角度		H max (m)	T max (s)
1	4.04	14.6			2008/02/24/18	5.55	14.0
2	2.77	13.4	NNE	25	2004/02/23/22	4.58	13.7
3	2.70	11.4	NNE	33	2004/12/06/16	3.79	11.9
4	2.93	11.2	NE	38	1991/02/17/10	4.93	10.5
5	2.74	10.8			1991/02/20/00	4.20	10.8
6	2.65	9.7			1987/12/02/06	4.49	9.0
7	5.72	9.4	NNE	25	2004/10/21/00	9.90	9.3
8	3.38	8.9	NNE	32	1990/09/20/06	5.04	9.8
9	2.62	8.6	NNE	33	2006/10/07/12	3.97	8.5
10	4.02	8.0	NE	41	1998/01/15/10	8.09	8.0

## 2) 富山地区観測波のランク

以下に過去6年間の上位極大波と大きい周期の有義波H1/3の観測記録を示す。  
 当該海域では、今回の異常波が過去最高で長い周期を伴う波浪であったことが判る。

(1) 極大波H1/3順位表：平成14年9月～平成20年の富山地区における有義波高(H1/3)を大きい順番に抽出した。(2002～2008年)

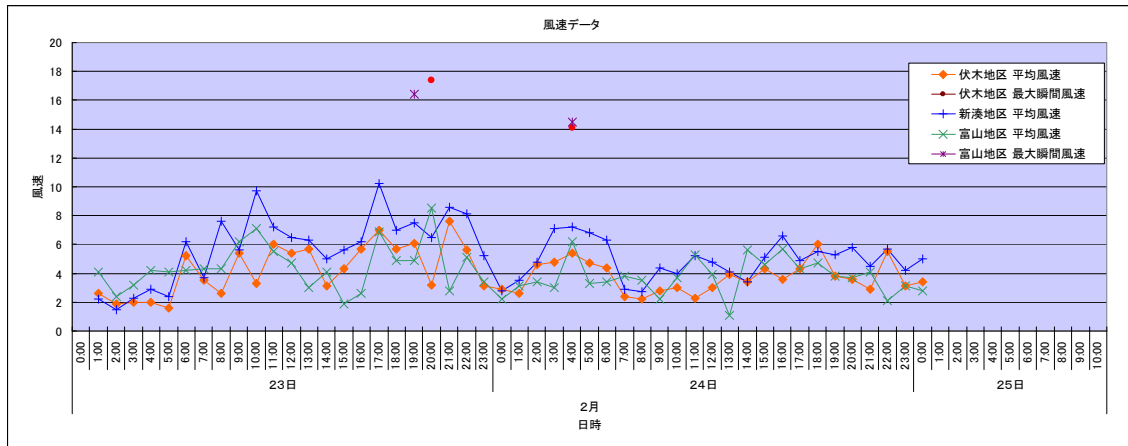
順位	有義波		波向		発生日時 年/月/日/時	最高波	
	H 1/3 (m)	T 1/3 (s)	16方位	角度		H max (m)	T max (s)
1	9.92	16.2			2008/02/24/16	14.53	16.1
2	6.75	8.3	NNE	21	2004/10/20/22		
3	6.66	14.4	NNW	327	2005/12/26/22	9.32	14
4	5.96	13.7	NE	45	2004/02/24/02	9.85	13.7
5	4.61	11.4	NNE	20	2003/03/09/06	6.73	11.6
6	4.51	11.9	N	356	2004/12/06/16	7.47	11.7
7	4.31	14.3			2007/01/08/04	6.03	14.3
8	4.16	12.2	N	0	2002/12/17/22	6.67	11.6
9	3.98	12.9	NNW	348	2006/10/09/04	6.18	9.5
10	3.86	12.6	N	356	2004/01/15/00	6.6	12

(2) 最大周期：平成14年9月～平成20年の富山地区における有義波高(H1/3)2.6m以上の波を周期の大きい順番に抽出した。(2002～2008年)

順位	有義波		波向		発生日時 年/月/日/時	最高波	
	H 1/3 (m)	T 1/3 (s)	16方位	角度		H max (m)	T max (s)
1	9.92	16.2			2008/02/24/16	14.53	16.1
2	6.66	14.4	NNW	327	2005/12/22/22	9.32	14.0
3	4.31	14.3			2007/01/08/04	6.03	14.3
4	2.67	14.2	NNW	327	2005/12/20/02	3.82	14.7
5	2.64	14.0	N	4	2004/01/12/02	3.88	14.3
6	4.87	13.9	N	4	2004/02/24/04	7.33	14.2
7	2.99	13.2	N	4	2006/01/04/16	4.34	12.9
8	3.28	13.1	NNW	348	2006/10/09/02	5.16	13.7
9	3.22	13.0	NNE	25	2004/12/17/22	4.69	12.9
10	3.07	13.0			2006/12/29/18	4.36	12.8

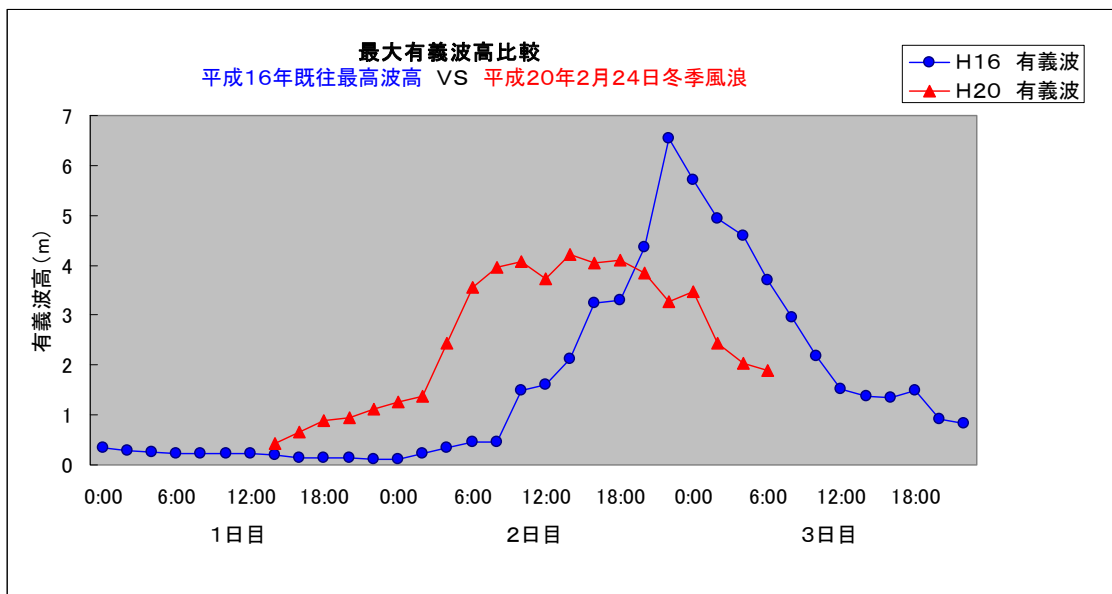
## 5. 風速データの経時変化について

伏木、新湊、富山地区の風速データを下図に示す。

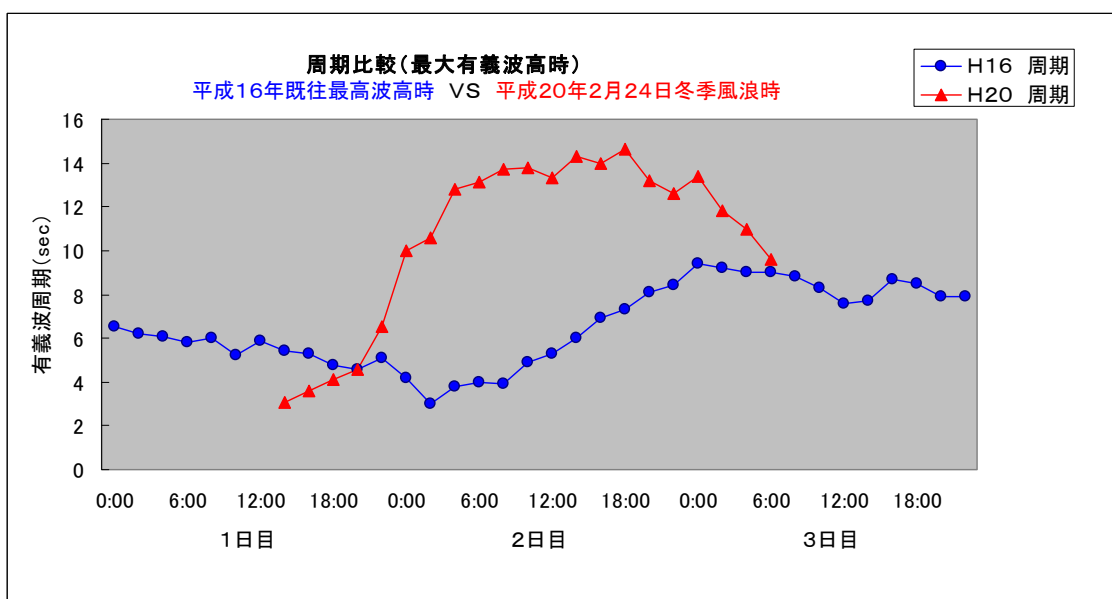


## 6. 既往最高波と被災波（有義波・周期）の経時変化について

過去最大波（平成16年）と被災波の有義波と周期の経時変化を示す。被災波は、設計周期1.2 sec以上が約2.2時間も継続する異常なものである。



図一六 既往最高波浪と今回冬期風浪の比較（1）



図一七 既往最高波浪と今回冬期風浪の比較（2）

## 7. “波の違い” 既往最高波浪と被災波の比較について

### 1) 周期（波長）の違い

過去最大波（平成16年）と今回波高の周期（波長）に着目して、B区間水深相当でのモデル図を図-8に示す。

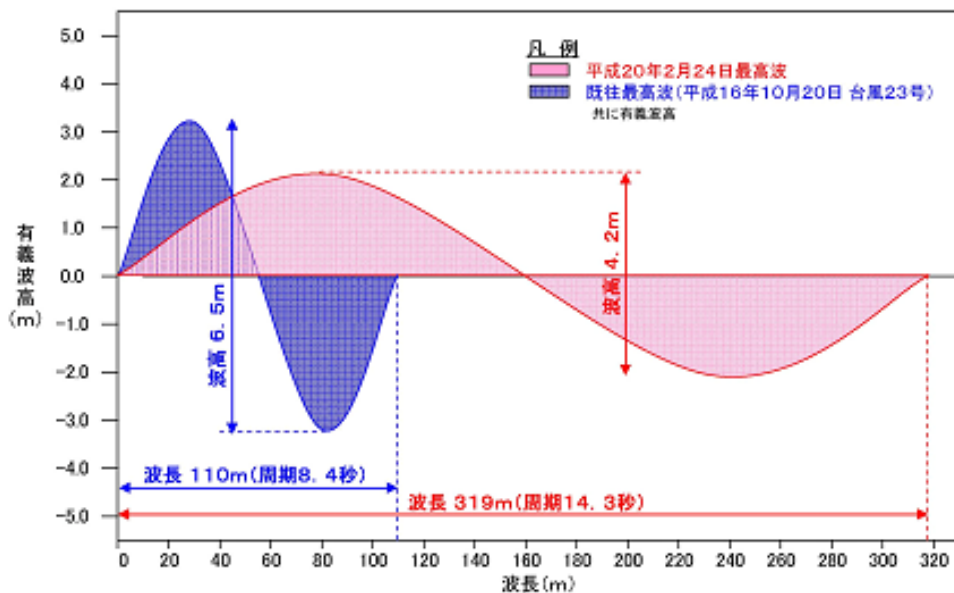


図-8 波の違い 既往最高波浪と被災波の比較

### 2) 周期と波圧の関係について

波の周期が堤体に働く波圧合力の関係を判りやすく対比させた。図-9に一般的な傾向をグラフに示す。

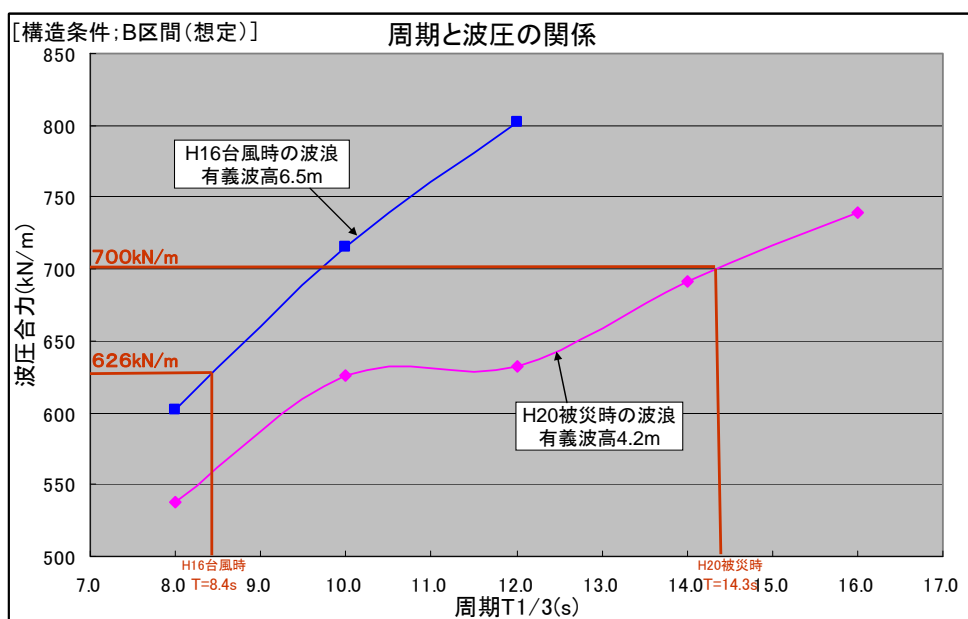


図-9 周期と堤体に働く波圧合力の関係



## 8. 日本海および富山湾の地形について

うねり性波浪（寄り回り波）を検討する上で、他に類を見ない富山湾を取り巻く自然条件として日本海の海底地形・富山湾地形を示す。

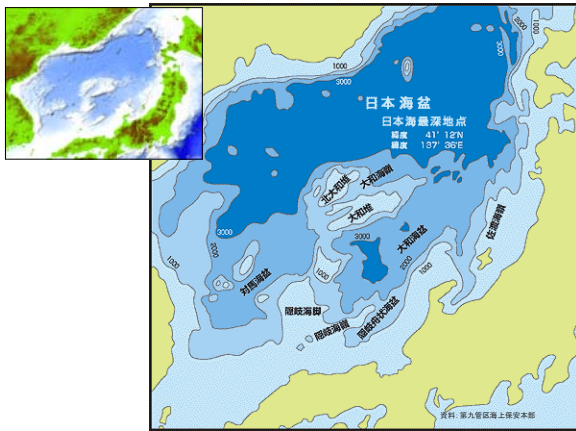


図-10 日本海の海底地形

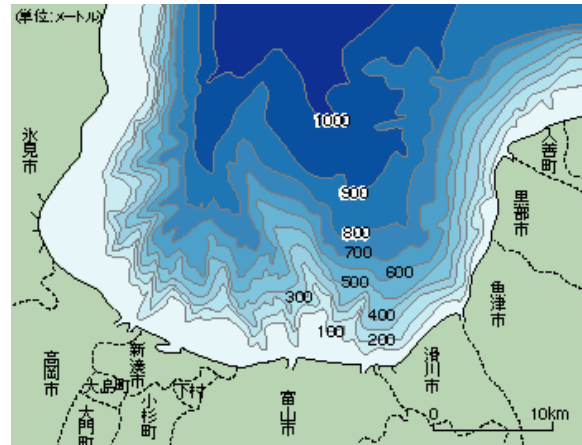


図-11 富山湾の海底地形

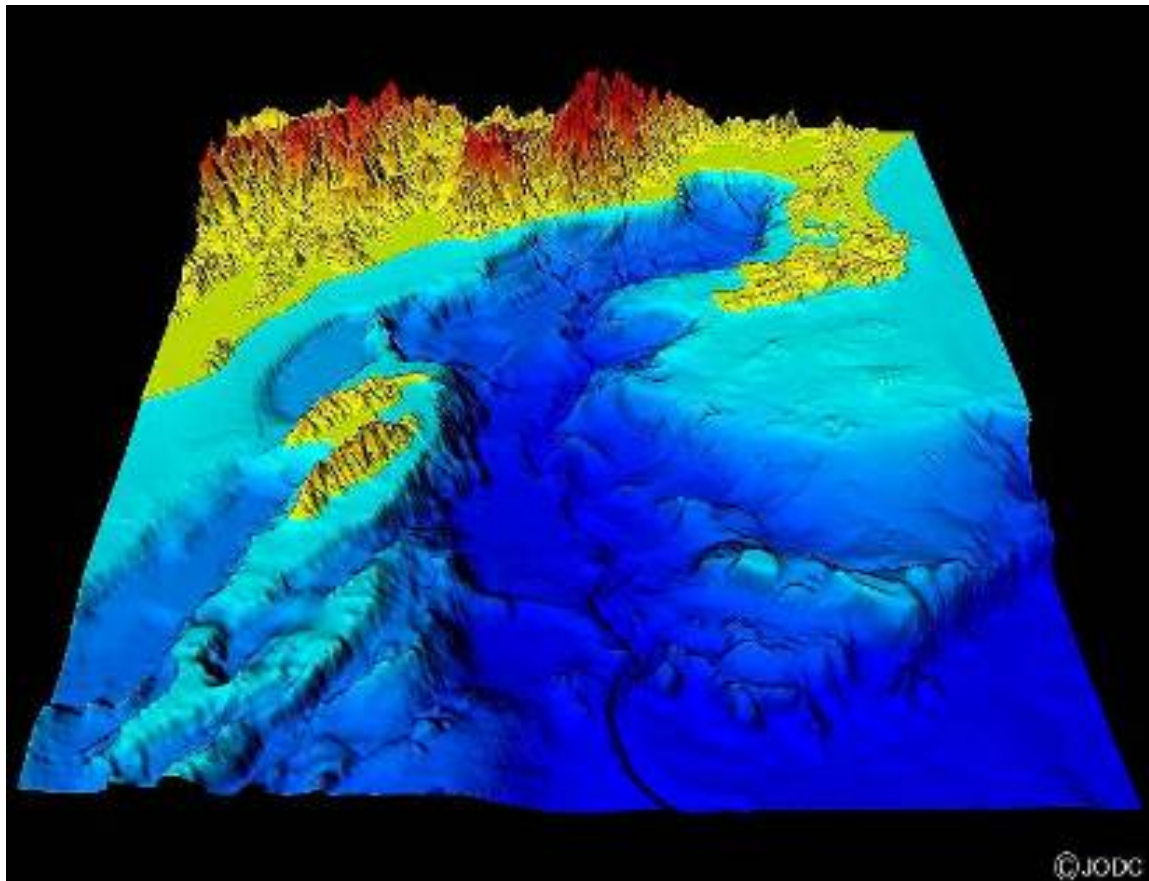


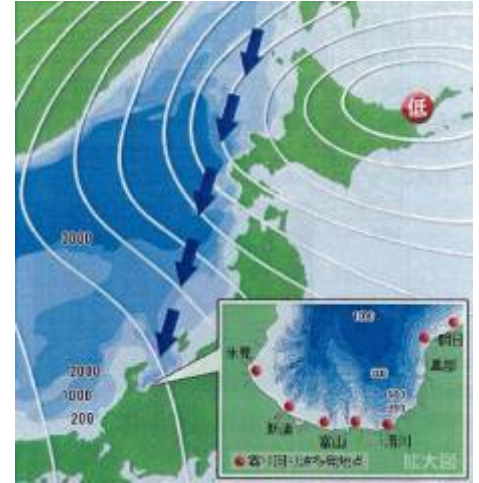
図-12 富山湾の海底地形

## 9. うねり性波浪（寄り回り波）

「寄り回り波」は富山湾特有のうねり性の大波です。この波は 低気圧が去って、半日から一日ほどたって、湾内の風が収まった後突如として来襲します。

この波は主に冬季に発生しますが、早いときには10月に発生したこともあります。強い冬型の気圧配置になったときに顕著で、低気圧が日本海を通り北海道東方海上で発達を続けると、北海道の西方海上では北よりの暴風が吹きます。この暴風が長時間続くと、この海域では高波が発生します。この波がうねりとなって南へ伝わり、富山湾に進入します。

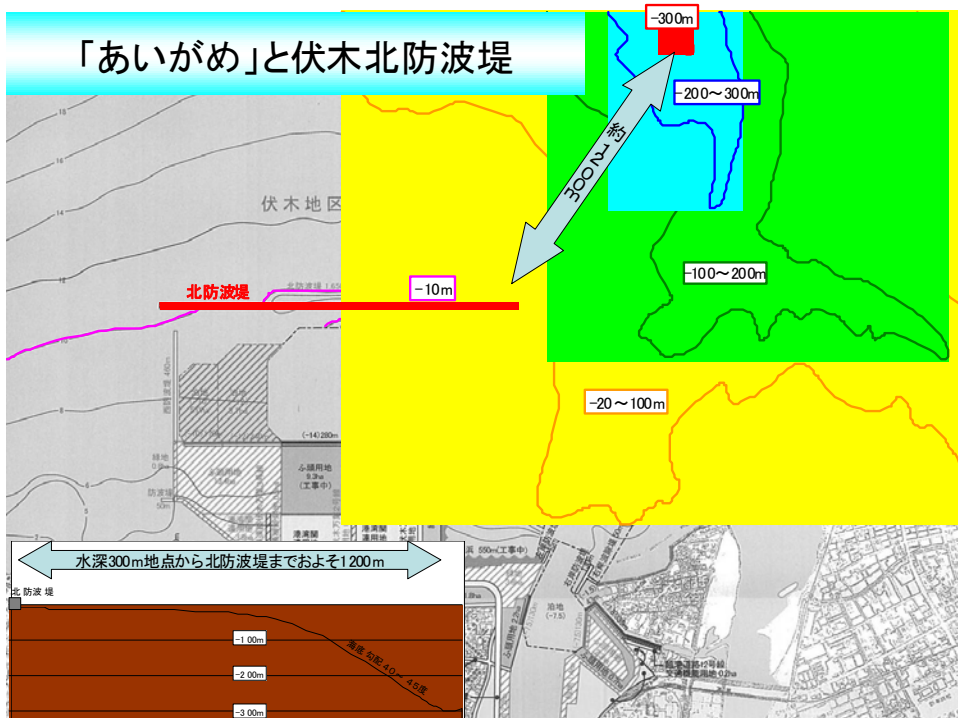
この波は、富山湾の地形と複雑な海底地形の影響を受け、さらに大波となって沿岸へ打ち寄せます。とくに庄川、神通川、常願寺川河口近くの沿岸に集中的に影響を及ぼすのが特徴です。気象台では波浪注意報・警報の中で「うねり（寄り回り波）により波が高くなるでしょう」という表現を用いることにしています。風が弱くても急に波が高くなる場合がありますので、海岸付近にいる人は十分注意しましょう。暖冬といわれる年でも、個々の日を見ると強い冬型の気圧配置になることがあります。大雪、暴風、波浪警報など気象台の発表する気象情報に十分注意しましょう。



資料：富山地方気象台

## 10. 「あいがめ」と北防波堤の位置について

「あいがめ」からの今回被災した北防波堤の位置について、図－13に示す。



図－13 「あいがめ」と伏木北防波堤

# 11. 北防波堤の深浅図について

今回被災した北防波堤周辺の深浅図を図-14に示す。

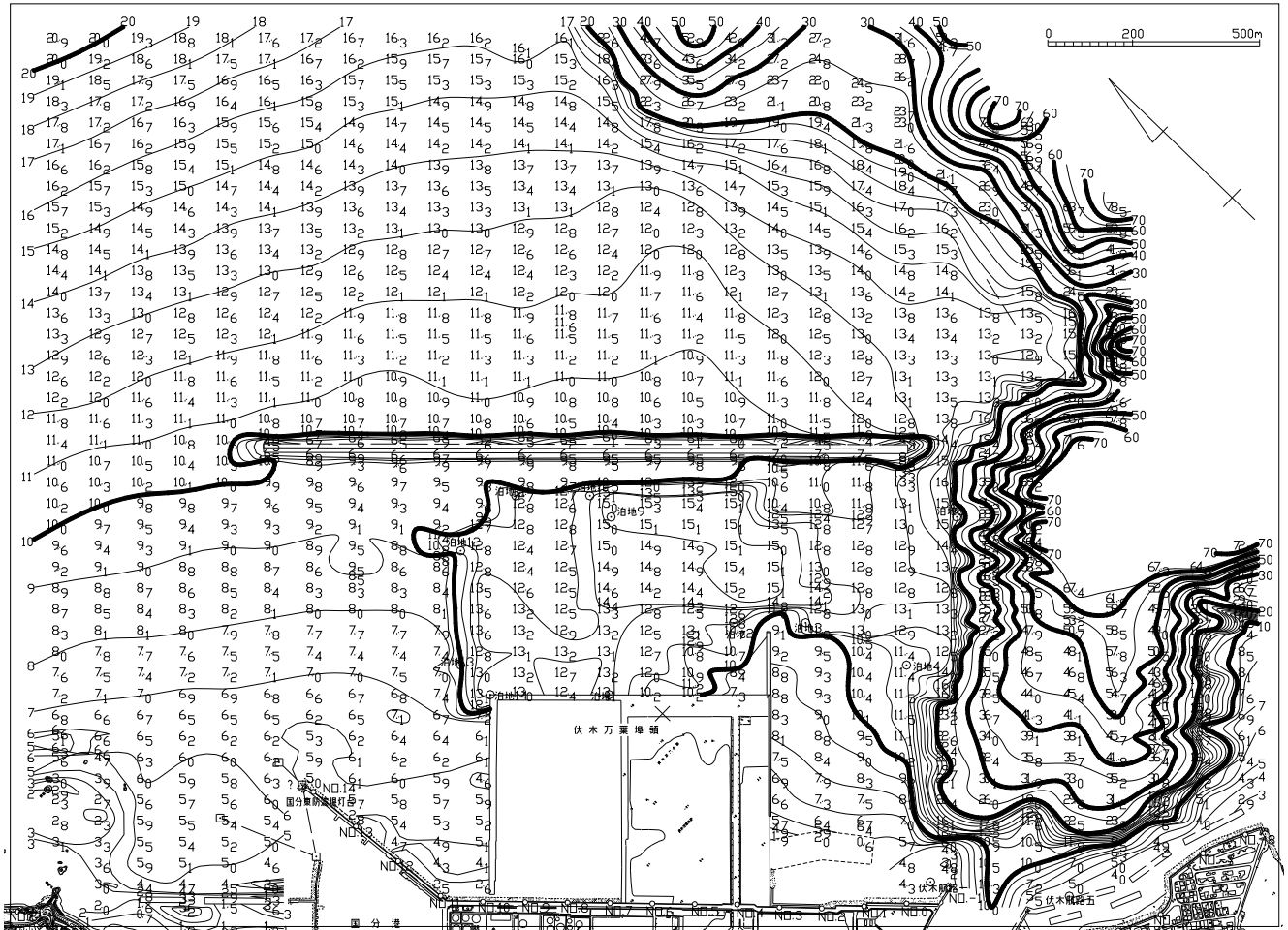


図-14 北防波堤周辺の深浅図（平成19年6月 測量）

## 全国港湾海洋波浪観測情報網(ナウファス)が捉えた 平成20年2月24日の日本海沿岸の高波について

独立行政法人 港湾空港技術研究所  
海洋・水工部長 永井紀彦

### 1. 全国海洋波浪観測情報網(ナウファス)の概要

国土交通省港湾局、全国8つの地方整備局港湾空港部、北海道開発局、沖縄総合事務局、国土技術政策総合研究所、独立行政法人港湾空港技術研究所が、相互連携を図りつつ構築・運営を行っている、我が国沿岸の波浪観測および情報ネットワーク。

平成20年2月末現在、全国約60地点において、365日24時間連続リアルタイムで波高、周期、波向などの波浪観測を実施。

北海道～東北～北陸～山陰・北部九州の日本海沿岸においては、留萌・石狩湾新・瀬棚(北海道)深浦(青森県)酒田(山形県)秋田(秋田県)新潟沖・直江津(新潟県)富山・伏木富山(富山県)、輪島・金沢(石川県)福井(福井県)柴山・柴山港内(兵庫県)鳥取(鳥取県)浜田(島根県)藍島・玄界灘(福岡県)の19の観測点に「海象計(超音波式波高計)」を設置・観測中(秋田：今回欠測)。

### 2. 平成20年2月22日～25日の波浪観測結果(参考資料 参照)

期間中、富山観測点において日本海沿岸で最大波浪を観測かつ、同地点で観測開始以来、最大波浪を観測

- ・日本海全域で高波を観測。特に、富山湾内の富山観測点(水深20.0m)において、24日16:00(15:50-16:10)に有義波高9.22m、周期16.2秒の波浪を観測(速報値)。
- ・これは、今回の観測<日本海全体(観測点：18点)>において、最大の波浪。かつ同観測点においても、平成14年の観測開始以来、最大の波浪。
- ・富山観測点のほか、2カ所(輪島観測点、柴山観測点)で既往最大観測記録を更新。

日本海沿岸を南下(北海道～東北～北陸)するにつれ、波高・周期が増大

- ・富山湾以北の観測点では、有義波高が最大となる、ほぼ同時刻に有義波周期も極大。
- ・比較的地形等による遮蔽の少ない観測点での最大有義波の波高・周期は、次表の通り。
- ・富山湾以北の観測点では、南下するほど波浪がより大きく発達し、波高や周期が大きくなっていることを確認。



観測点	最大観測有義波（速報値）			備 考
	有義波高	周 期	観測時刻	
留 萌	3.83 m	9.0 秒	24日03:00	
瀬 棚	4.83 m	10.3 秒	24日05:00	
深 浦	6.96 m	11.1 秒	24日00:20	
酒 田	7.99 m	12.3 秒	24日04:00	
輪 島	7.73 m	13.2 秒	24日12:20	
富 山	9.92 m	16.2 秒	24日16:00	観測点水深：20.0 m
伏木富山	4.22 m	14.2 秒	24日14:00	“ : 46.4 m

富山湾内の2つの観測点（富山、伏木富山）では、波高に差（参考資料 参照）

- ・富山観測点、伏木富山観測点での最大観測有義波は、周期はそれほど差がないが、波高は2倍ほどの差。
- ・これは、2つの観測点の水深に差があるため、波浪が沖合から沿岸に近づくにつれて波高が増大し、富山観測点の波高が高くなった影響が大きい。
- ・また、周期の長い波浪は複雑な海底地形の影響を受けやすいと考えられることから、局所的に波エネルギーの集中が発生した可能性あり。（今後検証）

#### 金沢以西の観測データ

- ・金沢以西の日本海沿岸の観測点では、有義波高の極大を過ぎてから、さらに有義波周期が長くなっている。  
例えば、福岡県沖の玄界灘（水深39.5m）では、24日05:40に、最大観測有義波高4.24m、周期9.6秒を観測。その後、波高はゆっくりと減衰するものの周期はさらに長くなり、25日午前中には周期12秒程度のうねり状態が継続。
- ・富山湾以西の日本海沿岸では、近傍で発達した風波と、北から伝わってきた「うねり」との来襲時刻が大きくずれたため、結果的に富山湾で見られたような顕著な高波にはならなかったものと推定。

### 3. 過去の観測結果との対比

- ・「寄り廻り波」に関する既往の観測事例については参考資料 を参照（当論文では、過去に観測された「寄り廻り波」について取りまとめ）。  
2002年2月20日、日本海を東進、発達した二つ玉低気圧の影響により、留萌（北海道）で観測された高波のうち、周期10秒以上の長周期成分が、12-24時間後に富山湾に「うねり」として伝播。
- ・今回も、富山観測点では、留萌観測点から13時間遅れで最大有義波浪を観測。  
留萌と富山とのピーク時間差だけを見れば、2002年2月20日に観測された「寄り廻

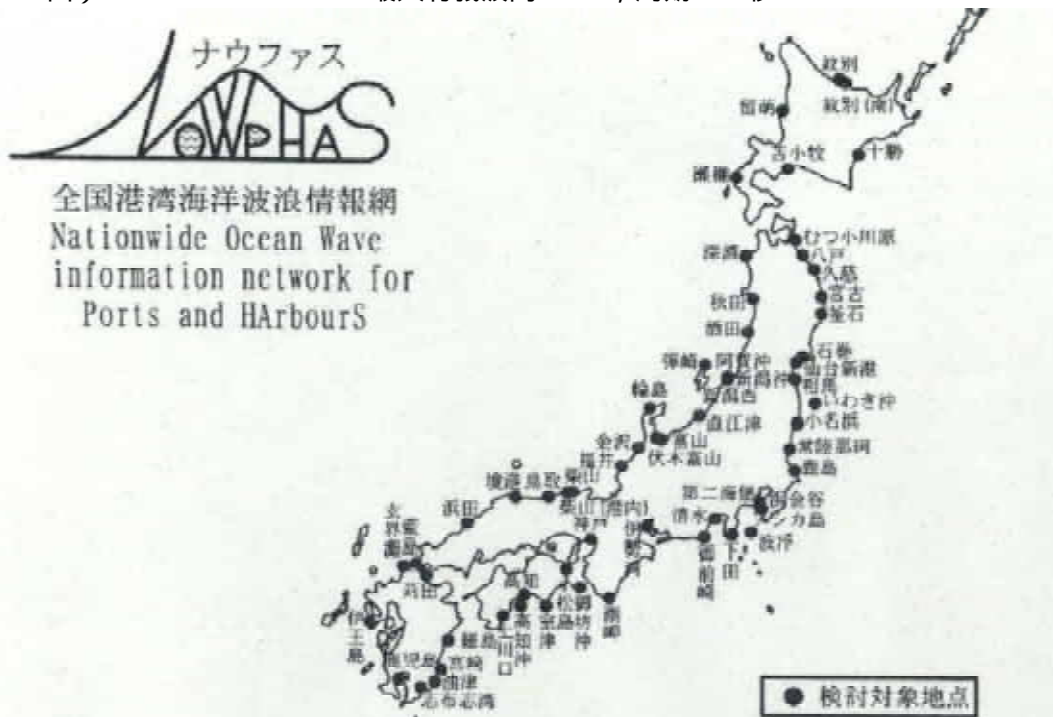
り波」と同程度。

- ・富山観測点で観測された波浪は、これまでの既往最大有義波（台風0423号、平成16年10月）と比較して、周期が非常に長く2倍程度。

台風0423号による高波は、台風の近接に伴う近傍の強風によって発達したもの。これに対し、今回は、発達した二つ玉低気圧による強風と、北海道沿岸から富山湾に至る約1000kmにもおよぶ吹送距離の影響により、周期の長い高波浪（いわゆる「寄り廻り波」）に発達、と思慮。

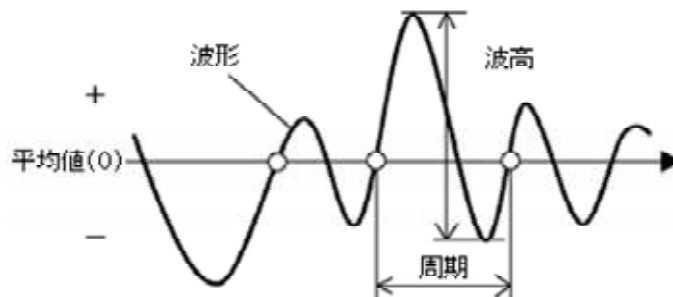
（これまで） 2004.10.20.22:00 最大有義波高6.75m，周期 8.3秒（台風0423号による）

（今回） 2008. 2.24.16:00 最大有義波高9.22m，周期16.2秒



（参 考）

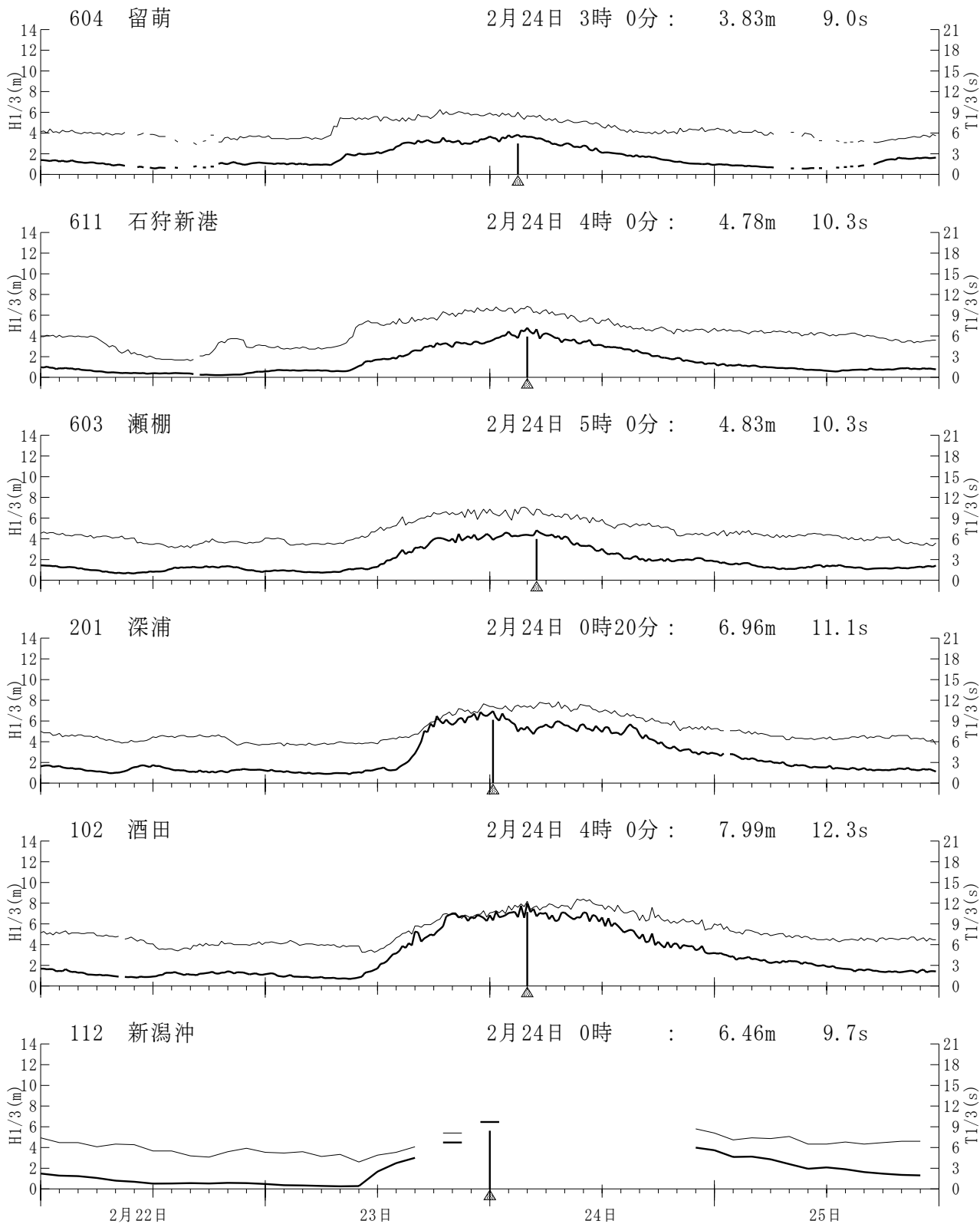
有 義 波：ある期間で得られた波形を個々の波高に分解し、大きい順に並びかえ、上位1/3について平均した値を有義波高という。また、目視の波浪観測結果と良く一致することによって知られている。



吹送距離：波は風の作用を受けて発達しながら伝播する。波が風を受けて発達しながら進行する距離を吹送距離という。

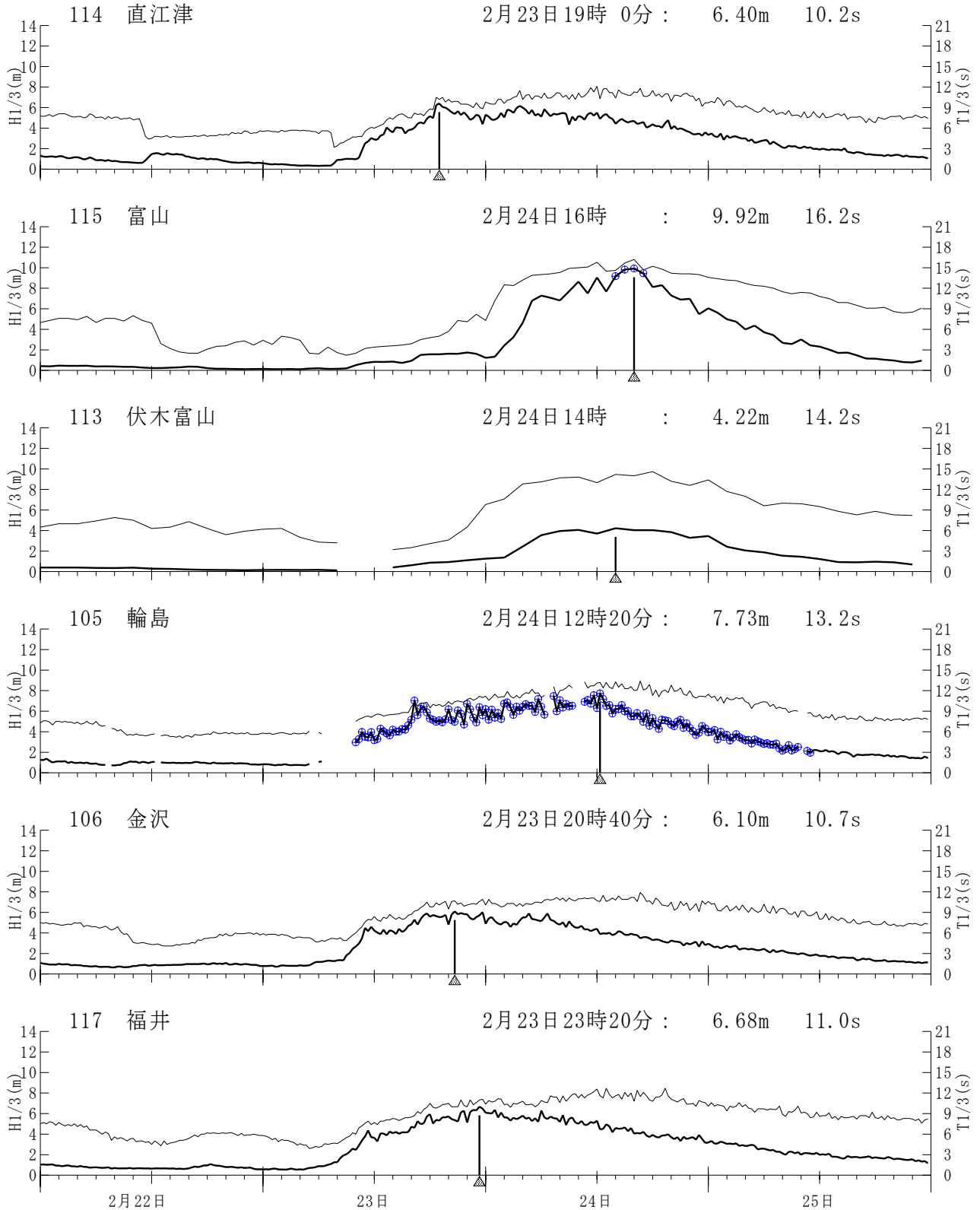
※ 2008年 2月22～25日の速報値 (2008/03/05時点)

期間：2008年 2月22日～ 2月25日  
 — H1/3    ⊕ 水圧補足  
 — T1/3



※ 2008年 2月22～25日の速報値 (2008/03/05時点)

期間：2008年 2月22日～ 2月25日      — H1/3    ⊕ 水圧補足  
 — T1/3







参考資料

解析期間：2008年2月22日～25日

2008/03/05時点の速報値

	CODE	地点名	最大有義波および対応最高波					備考	H1/3の差 今回 - 既往	既往最大有義波および対応最高波（2006年まで）						
			起時	H1/3(m)	T1/3(s)	Hmax(m)	Tmax(s)			波向(°)	H1/3(m)	T1/3(s)	Hmax(m)	Tmax(s)	起時	発生要因
1	604	留萌	24日 3時 0分	3.83	9.0	7.32	8.3	335		-4.00	7.83	10.6	-	-	04年 9月 8日 14時	台風0418号
2	611	石狩新港	24日 4時 0分	4.78	10.3	6.89	8.8	335		-1.22	6.00	10.8	7.82	11.7	04年12月17日 4時20分	冬型気圧配置
3	603	瀬棚	24日 5時 0分	4.83	10.3	7.39	9.9	316		-4.60	9.43	12.9	15.46	13.2	95年11月 9日 8時	冬型気圧配置
4	201	深浦	24日 0時20分	6.96	11.1	9.49	9.4	-		-3.40	10.36	14.5	14.53	13.5	04年11月27日 6時	冬型気圧配置
5	102	酒田	24日 4時 0分	7.99	12.3	10.57	14.7	欠測		-2.66	10.65	13.8	13.92	13.2	04年11月27日 6時	冬型気圧配置
6	112	新潟沖	24日 0時	6.46	9.7	10.20	10.4	欠測	ピーク付近欠測	-2.02	8.48	7.9	-	-	05年12月22日 12時	冬型気圧配置
7	114	直江津	23日19時 0分	6.40	10.2	8.23	10.9	欠測		-2.84	9.24	12.6	12.93	11.5	03年12月20日 16時	冬型気圧配置
8	115	富山	24日16時	9.92	16.2	-	-	欠測	水圧補足値	3.17	6.75	8.3	-	-	04年10月20日 22時	台風0423号
9	113	伏木富山	24日14時	4.22	14.2	6.49	14.8	欠測		-2.31	6.53	8.4	-	-	04年10月20日 22時	台風0423号
10	105	輪島	24日12時20分	7.73	13.2	-	-	欠測	水圧補足値	0.11	7.62	12.0	12.49	11.9	03年12月20日 18時	冬型気圧配置
11	106	金沢	23日20時40分	6.10	10.7	9.23	11.0	323		-2.04	8.14	10.3	-	-	01年12月15日 6時	冬型気圧配置
12	117	福井	23日23時20分	6.68	11.0	10.92	11.3	0		-1.11	7.79	13.2	10.10	11.8	81年12月 2日 6時	冬型気圧配置
13	310	柴山	24日 3時 0分	6.88	10.6	12.16	10.8	344	ピーク付近欠測	0.11	6.77	11.5	10.34	12.7	05年12月 6日 12時	冬型気圧配置
14	313	柴山(港内)	24日14時	2.15	12.1	3.51	15.2	-	ピーク付近欠測	-0.45	2.60	9.4	-	-	04年10月20日 18時	台風0423号
15	304	鳥取	24日11時20分	5.89	11.9	11.15	13.4	348		-1.65	7.54	11.3	10.18	12.3	90年12月11日 22時	日本海低気圧及び冬型気圧配置
16	305	浜田	24日 2時	5.39	10.1	7.79	10.0	4		-2.54	7.93	11.2	12.31	12.5	90年12月11日 18時	日本海低気圧及び冬型気圧配置
17	406	藍島	23日13時40分	2.37	7.0	3.83	8.2	323		-3.24	5.61	12.1	9.39	14.4	87年 2月 3日 18時	二つ玉低気圧及び冬型気圧配置
18	405	玄界灘	24日 5時40分	4.24	9.6	6.21	8.8	12		-3.79	8.03	9.7	-	-	04年 8月30日 18時	台風0416号

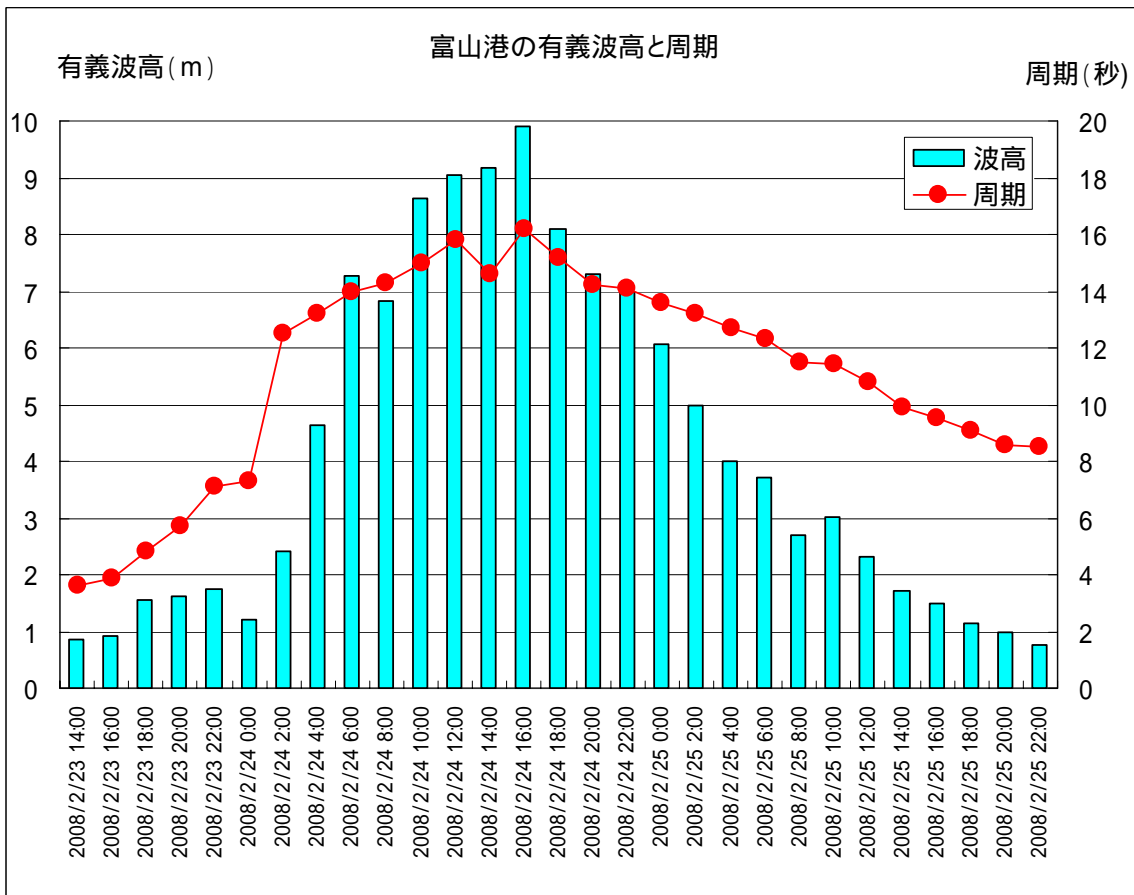
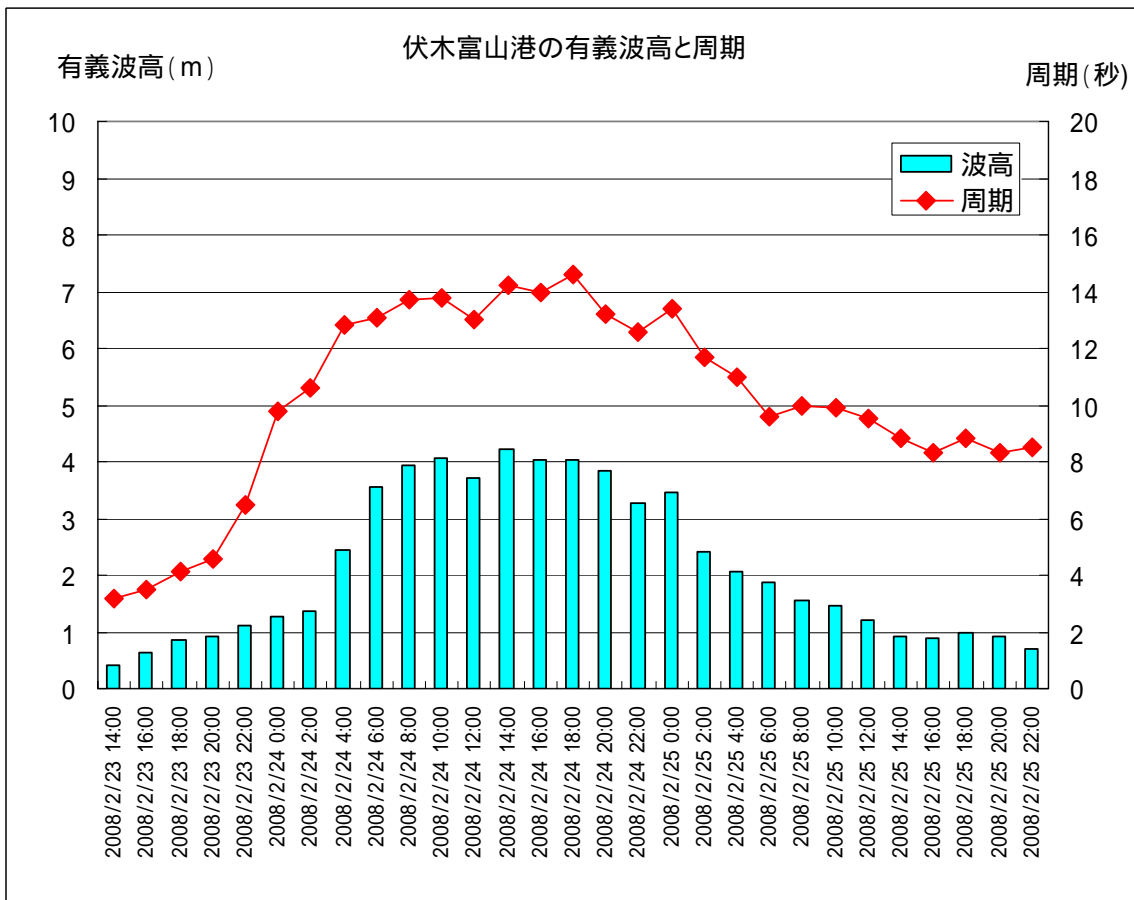
参考資料

No.	地点名	波高計機種	水深(m)	最大有義波および対応最高波				起時 (2006年12月時点)	発生要因	更新	No.	CODE
				H1/3(m)	T1/3(s)	Hmax(m)	Tmax(s)					
1	留萌	USW	-49.8	7.83	10.6	-	-	04年 9月 8日 14時	台風0418号		1	604
2	石狩新港	USW	-22.4	6.00	10.8	7.82	11.7	04年12月17日 4時20分	冬型気圧配置		2	611
3	瀬棚	USW	-52.9	9.43	12.9	15.46	13.2	95年11月 9日 8時	冬型気圧配置		3	603
4	青森	USW	-24.9	2.64	5.8	4.31	5.3	06年10月 7日 16時40分	南岸低気圧	新規	4	220
5	深浦	USW	-51.0	10.36	14.5	14.53	13.5	04年11月27日 6時	冬型気圧配置		5	201
6	秋田	USW	-29.4	8.53	13.0	11.46	12.8	90年12月 2日 16時	台風9028号崩れ及び冬型気圧配置		6	101
7	酒田	USW	-45.9	10.65	13.8	13.92	13.2	04年11月27日 6時	冬型気圧配置		7	102
8	新潟沖	USW	-34.5	8.48	7.9	-	-	05年12月22日 12時	冬型気圧配置		8	112
9	直江津	USW	-32.7	9.24	12.6	12.93	11.5	03年12月20日 16時	冬型気圧配置		9	114
10	富山	USW	-20.0	6.75	8.3	-	-	04年10月20日 22時	台風0423号		10	115
11	伏木富山	USW	-46.4	6.53	8.4	-	-	04年10月20日 22時	台風0423号		11	113
12	輪島	USW	-52.0	7.62	12.0	12.49	11.9	03年12月20日 18時	冬型気圧配置		12	105
13	金沢	USW	-20.2	8.14	10.3	-	-	01年12月15日 6時	冬型気圧配置		13	106
14	福井	USW	-21.3	7.79	13.2	10.10	11.8	81年12月 2日 6時	冬型気圧配置		14	117
15	敦賀	USW	-18.8	1.62	5.8	2.26	4.2	06年12月29日 5時20分	冬型気圧配置	更新	15	116
16	柴山	USW	-41.1	6.77	11.5	10.34	12.7	05年12月 8日 12時	冬型気圧配置		16	310
17	柴山(港内)	USW	-11.1	2.60	9.4	-	-	04年10月20日 18時	台風0423号		17	313
18	鳥取	USW	-30.0	7.54	11.3	10.18	12.3	90年12月11日 22時	日本海低気圧及び冬型気圧配置		18	304
19	境港	USW	-12.0	3.22	10.8	4.06	10.1	04年10月21日 0時	台風0423号		19	312
20	浜田	USW	-50.1	7.93	11.2	12.31	12.5	90年12月11日 18時	日本海低気圧及び冬型気圧配置		20	305
21	藍島	USW	-21.1	5.61	12.1	9.39	14.4	87年 2月 3日 18時	二つ玉低気圧及び冬型気圧配置		21	406
22	玄界灘	USW	-39.5	8.03	9.7	-	-	04年 8月30日 18時	台風0416号		22	405
23	伊王島	USW	-50.0	10.37	13.6	15.03	16.2	91年 9月27日 16時	台風9119号		23	404
24	熊本	空中発射	-4.2	1.19	4.6	2.34	4.8	06年 8月19日 2時	台風0610号	新規	24	420
25	名瀬	USW	-54.6	8.46	11.4	14.17	14.7	05年 9月 5日 22時	台風0514号		25	402
26	那覇	USW	-52.9	9.24	14.1	13.77	14.9	90年10月 6日 20時	台風9021号		26	702
27	紋別(南)	USW	-52.6	7.51	12.1	12.72	11.5	06年10月 8日 9時 0分	南岸低気圧	更新	27	609
28	釧路	USW	-50.1	5.47	8.2	7.69	8.6	06年 2月27日 0時20分	冬型気圧配置	更新	28	613
29	十勝	USW	-23.0	7.82	14.9	10.65	15.2	06年10月 8日 1時40分	南岸低気圧	更新	29	607
30	苫小牧	SRW-V	-13.3	6.10	15.5	8.10	15.0	72年 2月28日 10時	二つ玉低気圧		30	602
31	むつ小川原	USW	-43.8	9.56	12.5	14.65	13.9	91年 2月17日 0時	二つ玉低気圧及び冬型気圧配置		31	202
32	八戸	USW	-27.7	7.64	12.4	10.74	13.7	06年10月 7日 17時 0分	南岸低気圧	更新	32	203
33	久慈	USW	-49.5	8.09	10.7	11.41	11.8	02年 1月27日 20時	南岸低気圧		33	219
34	釜石	USW	-49.8	7.22	13.3	12.36	13.2	06年10月 7日 15時 0分	南岸低気圧	更新	34	204
35	石巻	USW	-20.8	5.66	11.7	9.48	11.1	02年10月 2日 2時	台風0221号		35	218
36	仙台新港	USW	-21.3	5.63	11.4	8.00	11.0	02年10月 2日 2時	台風0221号		36	205
37	相馬	USW	-17.1	6.77	11.6	9.49	15.2	06年10月 7日 2時	南岸低気圧	更新	37	214
38	小名浜	USW	-20.0	7.73	16.7	9.74	17.0	06年 9月 5日 3時20分	台風0612号	更新	38	206
39	常陸那珂	USW	-30.3	7.59	10.4	-	-	06年10月 6日 22時	南岸低気圧	更新	39	209
40	鹿島	USW	-24.0	7.50	10.5	-	-	05年 1月16日 12時	二つ玉低気圧		40	207
41	第二海堡	USW	-28.8	2.18	5.9	3.16	6.7	04年12月 5日 6時	南岸低気圧		41	217
42	アシカ島	USW	-21.7	6.12	8.0	-	-	98年 9月16日 8時	台風9805号		42	901
43	波浮	USW	-48.3	8.49	9.0	-	-	05年 8月25日 23時20分	台風0511号		43	212
44	下田	USW	-51.1	6.71	11.9	9.24	14.3	98年 9月16日 6時	台風9805号		44	504
45	清水	USW	-51.8	4.79	16.4	8.41	14.8	02年10月 1日 20時	台風0221号		45	505
46	御前崎	USW	-22.8	8.91	10.6	-	-	05年 8月25日 20時40分	台風0511号		46	501
47	伊勢湾	USW	-26.9	3.13	6.8	4.68	6.4	04年 8月31日 0時	台風0416号		47	506
48	潮岬	USW	-54.7	10.22	15.7	14.27	13.8	04年10月20日 18時	台風0423号		48	301
49	神戸	USW	-17.0	3.77	7.3	7.03	6.4	93年 9月 4日 6時	台風9313号		49	306
50	小松島	USW	-20.8	4.22	7.4	-	-	04年 6月21日 10時	台風0406号		50	311
51	室戸GPS	GPS7-1	-100.0	14.21	16.3	17.83	17.3	04年10月20日 14時20分	台風0423号		51	314
52	室津	USW	-26.8	13.55	15.8	-	-	04年10月20日 14時	台風0423号		52	307
53	高知	USW	-24.1	12.49	16.4	-	-	04年10月20日 14時	台風0423号		53	309
54	上川口	USW	-27.9	8.47	13.7	12.56	12.8	05年 9月 6日 18時	台風0514号		54	308
55	刈田	USW	-9.6	3.76	6.9	-	-	06年 9月17日 20時 0分	台風0613号	更新	55	409
56	細島	USW	-48.3	11.05	12.3	-	-	04年 8月30日 12時	台風0416号		56	411
57	志布志湾	USW	-36.2	9.03	12.8	12.22	12.3	04年 8月30日 8時	台風0416号		57	407
58	鹿児島	USW	-24.1	4.09	7.0	-	-	04年 9月 7日 6時	台風0418号		58	408
59	中城湾	USW	-39.6	11.93	13.6	-	-	04年10月19日 12時	台風0423号		59	701
60	平良沖	USW	-44.1	6.68	10.5	13.85	11.1	06年 9月16日 17時20分	台風0613号	更新	60	706
61	石垣	USW	-16.7	4.11	6.8	-	-	97年 8月18日 0時	台風9713号		61	704
62	石垣沖	USW	-34.8	6.22	9.9	-	-	06年 9月16日 9時 0分	台風0613号	更新	62	705
63	神威脇	USW	-50.0	6.64	10.6	10.40	10.4	06年11月22日 20時	冬型気圧配置	検討	63	608

注1) 網掛けの地点は、2006年に最大有義波高が更新されたことを示す。ただし、青森および熊本は、2006年からの新規検討対象地点。

注2) は連続観測データより抽出。

# 波高・周期 (ナウファスデータ)





# 切れ目のない連続観測とスペクトル周期帯表示による全国沿岸の長周期波観測情報システム

NATIONWIDE COASTAL INFRA-GRAVITY WAVE OBSERVATION NETWORK BASED ON CONTINUOUS DATA SAMPLING AND FREQUENCY BANDED SPECTRUM EXPRESSION

永井紀彦<sup>1</sup>・額田恭史<sup>2</sup>・岩崎峯夫<sup>3</sup>・久高将信<sup>4</sup>

Toshihiko NAGAI, Kyouji NUKATA, Mineo IWASAKI, and Masanobu KUDAKA

- <sup>1</sup>正会員 工博 (独) 港湾空港技術研究所 海象情報研究室長 (〒 239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1)
- <sup>2</sup>正会員 工修 (財) 沿岸開発技術研究センター主任研究員 (〒 102-0092 千代田区隼町 3-16 6F)
- <sup>3</sup> 工修 (株) カイジョー 研究開発本部長 (〒 205-8607 羽村市栄町 3-1-5)
- <sup>4</sup>正会員 (株) エコー 波浪情報室長 (〒 110-0014 台東区北上野 2-6-4)

This paper introduces Japanese Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HARbourS (NOWPHAS) system, which recently improved for the directional and infra-gravity wave observation with continuous data acquisition. New concept of frequency banded expression has been introduced in the data analysis of directional and infra-gravity waves. Examples are demonstrated as the time series and annual statistics forms observed by the Japanese NOWPHAS system.

The NOWPHAS new wave data acquisition and analysis system clarified the characteristics of the long period swells originated from typhoons and low pressures, and the 2001 Peru Earthquake Tsunami.

**Key Words:** wave observation, wave information, NOWPHAS, directional spectrum, infra-gravity wave, tsunami, frequency banded power

## 1. はじめに

長周期波の解明および適切な対策の策定にあたっては、その実態観測が第一段階となる。本研究は、切れ目のない連続観測による沖合長周期波のネットワーク定常観測システムを構築するとともに、これによる観測結果を、スペクトル解析に基づく周期帯換算波高表示で示したものであり、我が国沿岸域に來襲する長周期波の出現特性の解明をめざすものである<sup>1), 2)</sup>。

## 2. 切れ目のない連続観測システムの構築

全国港湾海洋波浪情報網（以下ノウファスと呼ぶ）における波浪観測では、2時間毎に0.5秒間隔で20分間の海面上下変動や水平流速のデータ取得を行い、波高・周期・波向などの有義波諸元を求めていた。しかし、1993年北海道南西沖地震津波を契機として、切れ目なく連続的にデータ収集する観測がめざされた。長周期波観測情報は、津波來襲時ばかりではなく常時においても有用であることが期待されている。

長周期波成分の観測データの整理・解析手法の検討を目的として、運輸省第二港湾建設局（当時：現在は国土交通省東北地方整備局）の御協力をいた

き、仙台新港沖合いの水深17m地点で現地観測を実施した。観測期間は1994年9月の1か月間であり、係留船舶が動揺した事例を含む台風9424号の海象擾乱を観測した。

この結果、周期が30sを越える長周期波浪成分を捉えるためには、それまで沿岸波浪観測で標準的に採用されていた2時間毎に20分間にわたって

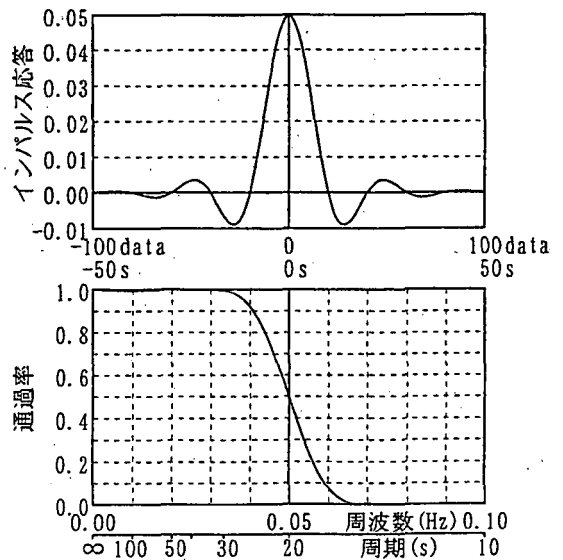


図-1 数値フィルターの形状と周波数応答

表-1 新旧のデータ収集システム

項目	新システム	旧システム
データ転送 ファイル	波浪ファイル (現行と同じ) 長周期ファイル(連続) ±50s デジタルフィルター 5s 間隔データ 港内潮位ファイル 5s 間隔検潮データ	波浪ファイル 2時間毎20分間 0.5s 間隔データ
データ転送 装置	新規開発データ演算転送装置 (WD700)	波浪データ演算転送装置 (WD600)
使用回線	INS 電話回線	一般電話回線

注1) 海象計にも対応可能なシステム。注2) 港内検潮データのシステム化も考慮。

0.5s 間隔で海面変動データをサンプリングする方式では不十分であり、より長時間の連続した波形観測記録をもとに周波数スペクトル解析を行うことが必要であることが、明らかにされた。また、「時化が去っても長周期波は残る」という事実を示すとともに、連続観測によって得られる周波数スペクトルの長周期パワーによって、合理的に現象を説明できることを明らかにした<sup>3)</sup>。

表1に長周期波連続観測システムの概要を示す。新システムでは、ローパス数値フィルターをかけた波形記録を、波浪ファイルとは別の長周期波ファイルとして収録する。数値フィルターとしては、図1に示すデジタルフィルターを用いた<sup>4)</sup>。図1の上段は、フィルター形状を示すインパルス応答であり、下段は、周波数応答特性である。この前後 50 秒間の数値フィルターによって、周期 30 秒以上の長周期波成分はそのまま通過させ、周期 15 秒以下の風浪成分はほぼ完全に通過させない周波数応答を得ることができる。

波浪観測は2時間毎に行われていることを考えあわせて、長周期波データファイルは、以下のように作成することとした。

- ①データ間隔：5 s 間隔 (連続)
- ②データファイルの単位：2 時間
- ③長周期パワー  $m_{L0}$  の演算

1994 年から 1996 年にかけて、ナウファスによる観測データの収集・解析・管理のシステム改良が実行された<sup>5), 6), 7)</sup>。

### 3. 周期帯表示による観測データのとりまとめ

長周期波の問題と一般に考えられている現象は、実は、さまざまな周期の現象から成ることが知られている。十分に発達した周期の長い風浪や、遠方から伝わってくるうねりなどの、周期 10 秒程度以上の波浪を長周期波として捉えることもあれば、港内に係留された大型船舶のサージング運動の固有周期に対応すると考えられる1分以上の周期を持つ波動を、長周期波として捉えることもある。また、希に発生する周期数分から数十分の津波も、長周期波に含めて考えられることもある。

こうした幅の広い周期の現象の特性を、正しく捉えるためには、従来から波浪を表現するために用い

表-2 周波数帯の区分

区分	スペクトル順位	対応周期
f1	1 - 4	32.0s 以上
f2	5 - 8	25.6s - 16.0s
f3	9 - 12	14.0s - 10.7s
f4	13 - 16	9.8s - 8.0s
f5	17 - 30	7.5s - 4.3s
f6	31 - 128	4.1s 以下

表-3  $f_5$ 領域の周波数帯と対応周期

水深(m)	スペクトル順位	対応周期(s)
55以上	17 - 20	6.4s - 7.5s
50	17 - 21	6.1s - 7.5s
45	17 - 23	5.7s - 7.5s
40	17 - 25	5.1s - 7.5s
35	17 - 27	4.7s - 7.5s
30以下	17 - 30	4.3s - 7.5s

られてきた有義波高や有義波周期といったパラメータだけでは不十分である。ここでは、風浪・うねり・長周期波の特性を、時系列変化および統計量として簡易に表示することができるように、観測情報の表示には、周期帯毎のスペクトルのパワーに対応する換算成分波高を用いることとした。周期帯の区分としては、区切りのよい周期を選定することとし、長周期波データファイルに関しては、30 s, 60 s, 300 s, および 600 s で区分し、波浪データファイルに関しては、8 s, 10 s, 15 s および 30 s で区分した。

風波における有義波高は、 $4(m_0)^{1/2}$  とほぼ一致することから類推して、 $4(m_{0L})^{1/2}$  を算出して換算長周期波高とする。スペクトルの積分周波数帯は、上記の周期帯を組み合わせて、任意に選定できるようにする。

表2は、波浪データファイルに関しての周波数帯の区分を示したものである。ここに、スペクトル順位とは、FFT法で計算され、平滑化された周波数スペクトルの値を低周波側から並べた順位を意味する。すなわち、0.5s 間隔でサンプリングされた2048 データを解析すると、1024 の周波数に関してスペクトルパワーが出力され、対応周波数は、

$$n/1024(\text{Hz}) \quad n=1,2,3,\dots,1024$$

として示される。スペクトルの平滑化にあたって、8 周波数毎の平均値を取るようになると、周波数の数は 128 に減少し、対応周波数は、

$$m/128(\text{Hz}) \quad m=1,2,3,\dots,128$$

となる。表2のスペクトル順位は、 $m$ の値である。区切りのよい周期で周期帯を区分し、 $f_1$ から $f_6$ までの6区分を考えた。ただし、 $f_1$ は、周期 30 s 以上の長周期領域であり、20 分間を単位とした波

表-4 長周期波解析対象地点

地点名	波高計			北緯	東経
	機種	水深(m)	計		
留萌	海象計	-50.0		43° 51' 50"	141° 28' 20"
酒田	U S W	-45.1		39° 00' 21"	139° 46' 55"
直江津	海象計	-32.0		37° 13' 58"	138° 16' 36"
輪島	"	-50.0		37° 25' 40"	136° 54' 19"
柴山	"	-42.0		35° 40' 05"	134° 40' 46"
鳥取	"	-30.0		35° 33' 05"	134° 09' 51"
玄界灘	"	-41.0		33° 55' 50"	130° 28' 13"
紋別(南)	"	-52.0		44° 18' 55"	143° 36' 39"
吉小牧	"	-50.7		42° 32' 30"	141° 26' 59"
久慈	"	-50.0		40° 12' 55"	141° 50' 22"
釜石	U S W	-49.0		39° 15' 44"	141° 56' 19"
小名浜	"	-20.0		36° 54' 53"	140° 55' 30"
常陸那珂	"	-32.0		36° 23' 24"	140° 39' 36"
港研構内	USW(空中)	-2.0		35° 13' 28"	139° 43' 27"
波浮	U S W	-49.0		34° 40' 23"	139° 27' 18"
清水	海象計	-50.6		35° 01' 04"	138° 32' 16"
御前崎	"	-22.6		34° 37' 05"	138° 15' 44"
潮岬	"	-50.5		33° 25' 47"	135° 45' 00"
高知	"	-25.0		33° 28' 48"	133° 35' 12"

浪ファイルではなく、2時間を単位とした長周期波ファイルの中で表記が行われるためダミー周期帯として処理される。また、 $f_0$ は、周期が短く(対応する波長が短く)、海象計<sup>8)</sup>によって方向スペクト

表-5 長周期波の出現統計解析事例

地点: 御前崎		期間: 2000年1月~12月(通年)					
波高階級 (cm)	観測数	4/ mOL30-60		4/ mOL60-300		4/ mOL30-	
		観測数	出現率	観測数	出現率	観測数	出現率
— 1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
1 — 5	4144	94.6	3251	74.2	1192	27.2	
5 — 10	168	3.8	931	21.3	2842	64.9	
10 — 20	19	0.4	133	3.0	272	6.2	
20 — 50	23	0.5	41	0.9	39	0.9	
50 —	3	0.1	1	0.0	12	0.3	
欠測					23	0.5	
全観測					4380		

ルの算定が困難とされる周期帯である。 $f_5$ と $f_0$ との区分周期は水深によって異なり、表3に示すように区分周期が設定される<sup>9)</sup>。

#### 4. 我国沿岸の長周期波の出現統計

表4は、ここで紹介する長周期波出現統計解析の対象波浪観測地点を示したものである。ここでは2000年1月から12月までの、1年間の観測結果をとりまとめた<sup>10)</sup>。

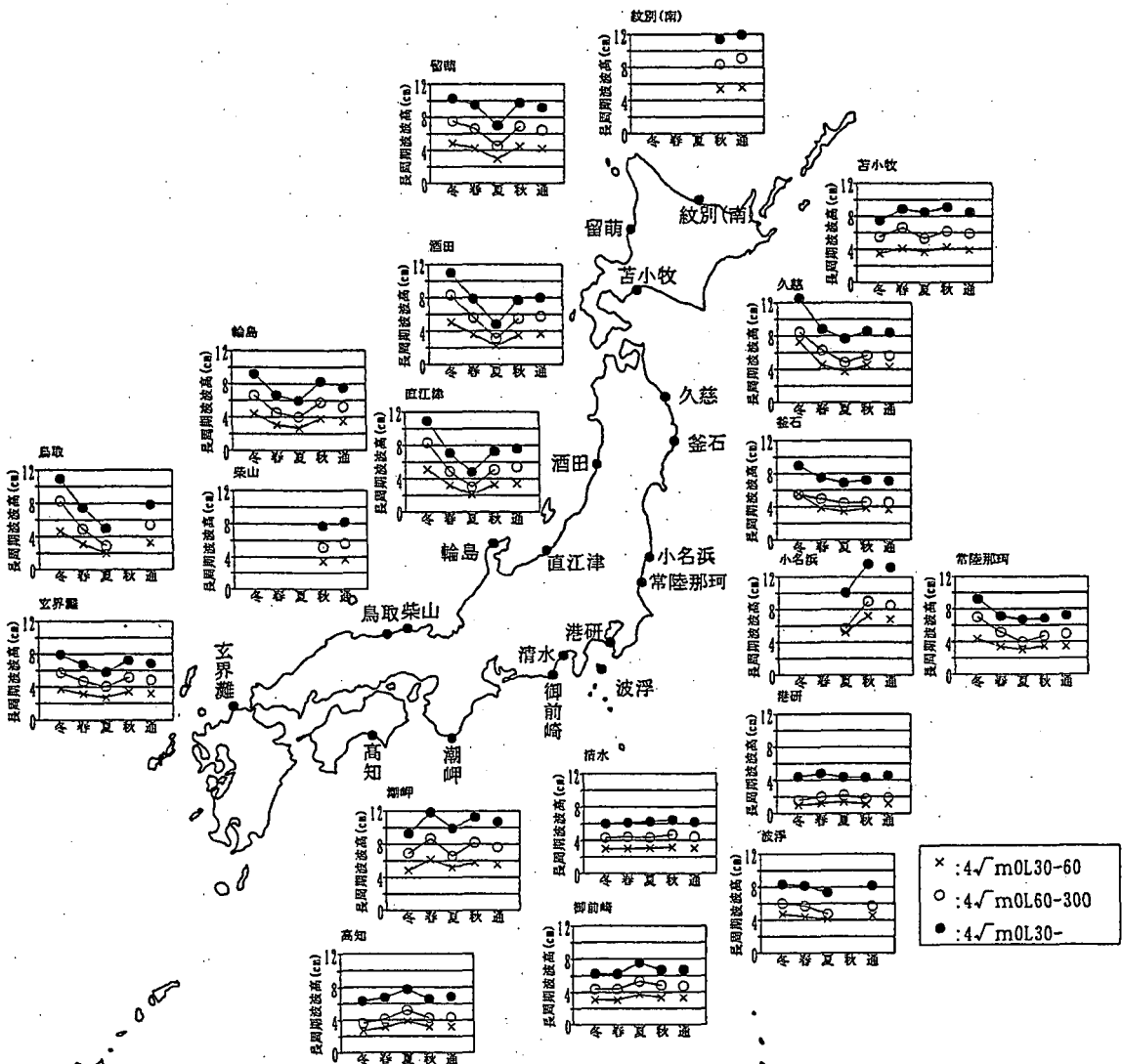


図-2 季別年別の平均長周期波高

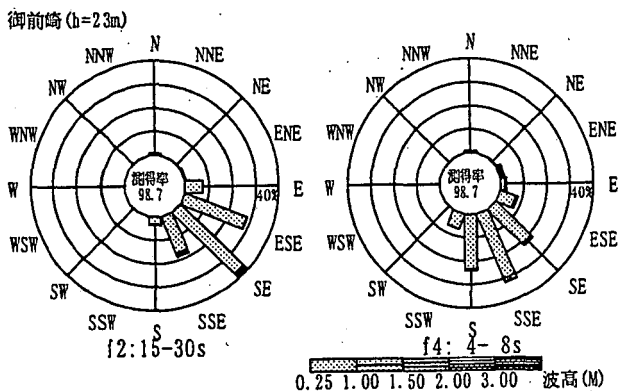


図-3 周期帯別の波向分布

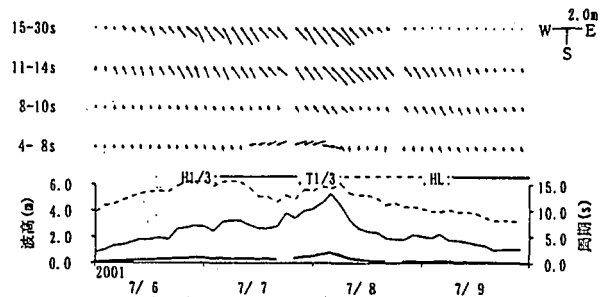


図-4 遠方の台風から伝わるうねり(台風0104号)

表5は、1年間の観測結果を周期帯毎にとりまとめた例として、静岡県御前崎沖の海象計による観測記録(水深22m)について示したものである。周期30s以上の全長周期波の周期帯で定義される表の右側の波高階級別出現頻度を見ると、波高1cm以下となったケースは皆無で、50cmを越える事例も12ケース存在しており、5cmから10cmの範囲の出現頻度が最も高くなっている。

従来、長周期波は、波群による非線形干渉から発生するものと考えられてきた。しかし、表5で得られた長周期波高の出現分布は、2次非線形干渉から推定される長周期波高より1オーダー程度大きな値となっていることは注目に値する。すなわち、Bowersによる簡易式<sup>11)</sup>では、長周期波高 $H_s$ は、次式で算定される。

$$H_s = 0.074 H_{1/3}^2 T_p^2 / h^2$$

ここに、

$H_{1/3}$  有義波高(m)

$T_p$  ピーク周期(s) ( $\approx 1.05 T_{1/3}$ )

$h$  水深(m)

である。例えば、年間平均有義波高を1.0m、有義波周期を8s、水深を22mとすれば、年平均長周期波高は約1cmと推定されるが、この値は表5で実際に観測されたものよりも1オーダー小さい。

このことは、常時の長周期波高は、拘束長周期波としての算定値よりも大きく、自由波進行長波の存在が大きいことを意味している。

図2は、各周波数帯で定義される長周期波高の季節・通年平均値をとりまとめたものである。長周期波の季節変動や海域別平均波高の変動は、通常の有義波高の変動と定性的にはよく対応しており、日本海沿岸では冬高く夏低い顕著な季節差が見られ、太平洋沿岸では日本海沿岸に比べて季節変動は複雑であり変動幅は小さいところが多かった。しかし、定量的に見ると、通年平均値では、地形条件や水深が異なっているにもかかわらず、各観測地点に共通して、30秒以上の全周波数で定義すれば4から12cm、30-60秒あるいは60-300秒で定義すれば2から6cmとなっており、御前崎沖と同様、他の観測地点でも長周期波高は、2次非線形干渉から推定される値より1オーダー程度大きな値となっている。

## 5. 周期帯毎の波向の出現統計

図3は、周期帯別の波向分布の出現特性の一例であり、やはり、2000年1月から12月までの1年間の御前崎沖の観測結果をとりまとめたものである。ここに、 $f_s$ と $f_{ss}$ は、それぞれ、波浪ファイルの中で、比較的長周期側の周期帯(10-15s)と、短周期側の周期帯(6-8s)を意味している。

両者の波向の出現特性を比較すると、 $f_s$ ではSE方向が最も出現頻度の大きい波向でありその両隣の方向であるESEとSSEが次に出現頻度が大きくなっているが、 $f_{ss}$ ではSSE方向が最も出現頻度の大きい波向でありその両隣の方向であるSEとSが次に出現頻度が大きく、ちょうど1方位だけ波向がずれていることがわかる。この相違は、長周期成分ほど、浅海域では屈折の影響を受けやすく海岸線直角方向に波向が近づくためであると、考えられる。

このように、波向が周期帯毎に変化することは、港湾計画などの海域利用計画の策定にあたっては、十分に考慮されるべきものである。係留船舶の動揺は、周期応答特性が非常に鋭敏であるため、固有周期に近い周期帯の波向を適切に評価しなければならない。今後は、波向を周期帯毎に評価し、より精緻な海域利用計画が策定されることが望まれる。

## 6. 観測事例

### 6.1 台風からのうねり(台風0104号)

図4は、波浪観測データの周期帯表示の一例であり、2001年7月6日から8日にかけての、御前崎沖(水深22m)における観測結果である。図中の矢印の長さは、周期帯毎の換算波高を、向きは周期帯毎の平均波向を示している。

この当時、台風0104号が南方の沖縄近海に位置していた。7月6日には周期8s以下の短周期成分波高は低く、いわゆる風波はほとんど見られない海況であったことが推定される。しかし、同日の午後から、周期10-15sおよび15-30sの周期帯波高は増加を始めていることが注目される。これが、南方の台風からのうねりによるものと考えられる。その後、7日から8日にかけて、周期8s以下の風浪が東北東から来襲したが、10s以上のうねりはやはり南東から来襲している。

この図から、15sを越える周期帯のエネルギー



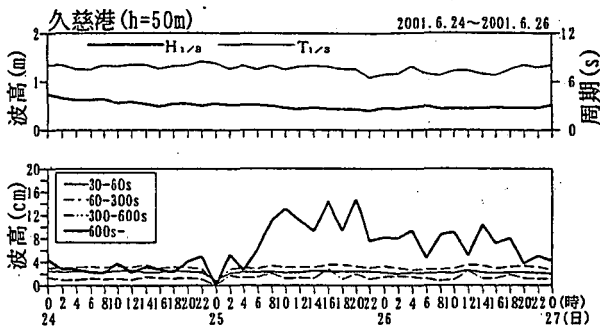


図-5 2001年ペルー地震津波の観測事例

が相対的に大きいことが読みとられ、有義波周期より長い周期帯のエネルギーが無視できないものとなっていることがわかる。また、下の折れ線図に示す周期 30 s 以上の全周期帯に対応する長周期波高である  $H_L$  は、有義波高が最大値 (5.36 m) となる7月8日4時に、78cm の極大値となっており、いわゆる長周期波と呼ばれる周期帯における成分エネルギーも高かったことがわかる。

### 6. 2 津波の捕捉 (2001年ペルー地震津波)

図5は、岩手県に位置する久慈港沖合の海象計 (水深 50 m) が捉えた、2001年ペルー地震津波を示したものである。2001年6月24日から26日にかけて、上段に示す有義波高と有義波周期は、目立った変化が見られず、有義波高 50cm 程度の低波浪状況が継続している。しかし、下段の長周期波成分波高に注目すると、周期 600s 以上の周期帯に限って、25日6時頃から急増し、半日間程度にわたって換算波高 10cm 程度の状況が継続した後、徐々に換算波高がもとの水準に戻っていることがわかる。

2001年ペルー地震は、マグニチュードが8を越える大地震であり、震源域も広がったとされている。我国沿岸への津波の来襲時刻は、6月25日の未明と予測されていた。2001年ペルー地震に伴う津波は、我国沿岸では振幅は小さかったものの周期は20-30分程度であったことが、沿岸の検潮記録からも読み取られているので、ここで現れた周期10分以上の周期帯換算波高の急増は、この津波によるものと考えられる<sup>12)</sup>。

このように、切れ目のない連続観測データをもとにスペクトル解析を行って、周期帯換算波高を表示するナウファスの新しいシステムは、沿岸に来襲する津波の沖合の姿を、的確に捉えることができるものとなっている。

### 6. 3 寄りわり波 (2002年2月20日)

もう一つの事例として、2002年2月20日に富山湾で発生した寄りわり波の観測事例を紹介する。

図6は、寄りわり波発生時の速報天気図を示したものである ( (財) 日本気象協会提供)。左側の天気図は、2月19日15時のものであり、日本海北部 (北海道沿岸) と太平洋北東岸 (十勝沖) に両極

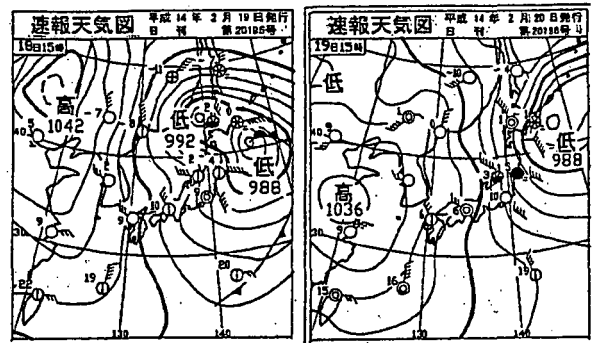


図-6 寄りわり波発生時の天気図

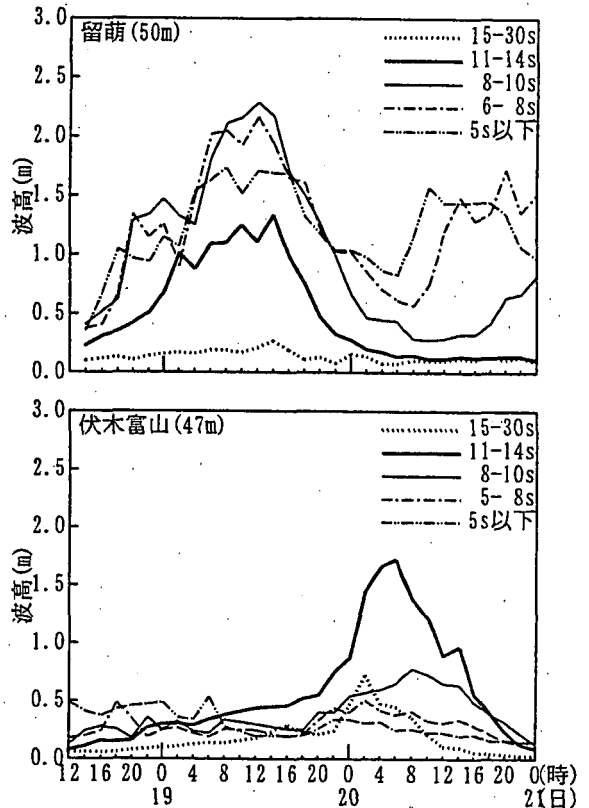


図-7 留萌・伏木富山における波浪の経時変化

を持つ二つ玉低気圧の影響で、日本海北部で強風が吹いていたと想定される。右側の天気図は、その24時間後の20日15時のものであり、低気圧が日本海を通り過ぎた後のものである。

図7は、この時期の北海道日本海沿岸に位置する留萌港沖の海象計 (水深 50 m) と、富山湾内に位置する伏木富山港沖の海象計 (水深 50 m) とが捉えた、観測波浪の経時変化を、やはり周期帯毎の表記で示したものである。

留萌港における観測記録を見ると、18日14時頃から、周期6s以下の比較的周期の短い周期帯の換算波高が上昇を始めている。その後、6-8sおよび8-10sといった次第に周期の長い成分の発達が見られ、2時間程度の遅れで見られ、さらに10-15sの周期帯の換算波高も19日0時過ぎ頃から増加を始めている。有義波高の極大値は19日の12時に見られたが、この時は、各周期帯とも高い換算波高となっており、周期10-15sの周期帯で換算波高が

2 m強となっている。しかし、15 sを越える長周期成分の発達はほとんど見られることなく、その後は20日の8時頃まで、次第に各周期帯とも換算波高は減衰していった。

他方、伏木富山港沖では、19日は1日中、各周期帯とも低波高状態が継続した。その後、20日の0時から6時にかけて、10 - 15 sの周期帯で最高換算波高1.7m、および15 - 30 sの周期帯で最高換算波高0.8mといった長周期成分の換算波高の増加が見られた。しかし、周期10 s以下のいわゆる風浪成分の成達は顕著ではないので、ここで見られた波高増加は、富山湾内で発達した風浪ではなく、日本海の北部で前日に発達した波が伝わってきた、いわゆる寄り回り波であったと考えられる。

## 7. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- ① 2001年末時点で、ナウファスにおける50波浪観測地点中、18観測地点で切れ目のない連続観測による長周期波の定常的な観測を実現した。
- ② 周期帯毎の長周期波高の年間出現頻度統計例を検討し、常時の沖合における自由波進行長波成分の存在を定量的に推定した。
- ③ 切れ目のない連続観測とスペクトル周期帯表示によって、有義波諸元だけでは表現できなかった沿岸波浪の特性が、定量的かつ定常的に観測されるようになった。
- ④ 遠方の台風から伝わるうねりの特性の把握、遠地津波の検知、寄り回り波の観測など、有義波諸元だけでは表記が困難な長周期波浪成分の特性を、スペクトル周期帯表示によつて的確に捉えた事例を紹介した。

**謝辞：** 切れ目のない連続観測とスペクトル周期帯表示を実現するにあたっては、多くの関係者のご支援をいただいた。国土交通省港湾局、各地方整備局の港湾関係部局、北海道開発局および沖縄総合事務局の港湾関係部局からは、新システムの開発と普及にあたって建設的なご指導をいただくのと共に、ナウファスシステムの運営に、常にご尽力いただいている。

また、(財)沿岸開発技術研究センターおよび(財)日本気象協会のご担当の方々には、多様化した波浪情報をディスプレイ上にわかりやすく表示する表示システムを開発していただくとともに、新システムへの移行段階で生じるさまざまな問題点を乗り越え、システムの定常的な運用を順調に行うために、お骨折りいただいた。

これらの方々に、改めて感謝申し上げる。

## 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)沿岸開発技術研究センター、212p., 2001.
- 2) 永井紀彦：スペクトル解析に基づく波向と長周期波の観測情報の高度化、平成12年度港湾技術研究所講演会講演集、pp.103-118, 2000.
- 3) 永井紀彦・白石 悟・橋本典明・川口浩二・清水勝義・上野成三・小林昭男・東江隆夫・柴田孝雄：現地連続観測による沖合長周期波の発達・減衰過程と港内係留船舶の動揺、海岸工学論文集、第44巻、pp.226-230, 1997.
- 4) 岩崎峯夫：デジタルフィルターを用いた津波計、カイジョー技報、Vol.2, No.4, (株)カイジョー、pp.51-58, 1996.
- 5) 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、港研報告、第38巻、第1号、pp.29-69, 1999.
- 6) 永井紀彦・橋本典明・川口浩二・大山洋志・岩崎峯夫：連続観測システムの構築によるネットワーク沖合長周期波観測、海岸工学論文集第46巻、土木学会、pp.1311-1315, 1999.
- 7) Toshihiko NAGAI, Noriaki HASHIMOTO, Koji KAWAGUCHI, Hiroshi YOKOI, Mineo IWASAKI, and Masanobu KUDAKA: Infragravity Wave Observation around Japan by the Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HARbourS (NOWPHAS), Proceedings of the Forth International Conference on Hydrodynamics (ICHD'2000), pp.509-514, 2000.
- 8) 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：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、pp.1081-1085, 1995.
- 9) (財)沿岸開発技術研究センター：沿岸波浪・海象観測データの解析・活用に関する解説書、181p., 2000.
- 10) 永井紀彦・佐藤和敏・菅原一晃：全国港湾海洋波浪観測年報(NOWPHAS 2000)、港湾空港技研資料 No.1017, 426p., 2002.
- 11) Bowers, E.C.: Low Frequency Waves in Intermediate Water Depths, Proc. 23th ICCE, Vol.1, pp.832-845, 1992.
- 12) 永井紀彦・富田孝史・佐藤和敏・額田恭史：我が国沿岸の沖合波高計と港内潮位計が捉えた2001年ペルー地震津波、第13回研究成果発表会講演要旨集、海洋調査技術学会、pp.16-17, 2001.



**全国港湾海洋波浪情報網**

**(2005 ~ 2007)**



**Nationwide Ocean Wave information  
network for Ports and HARbourS**

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





全国港湾海洋波浪情報網  
Nationwide Ocean Wave  
Information network for  
Ports and HarbourS  
2005年8月現在



- 凡 例
- : 海象計
  - ⊙ : USW+CWD
  - : USW
  - ▲ : GPSブイ

## ナウファスとは

ナウファス(全国港湾海洋波浪情報網: NOWPHAS: Nationwide Ocean Wave information network for Ports and HarbourS)は、国土交通省港湾局、各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局、国土技術政策総合研究所および独立行政法人港湾空港技術研究所の相互協力のもとに構築・運営されている我が国沿岸の波浪情報網です。

港湾空港技術研究所は、1970年以降継続して、ナウファス波浪観測データの集中処理・解析を担務しています。

2005年には左図の59観測地点で観測された全国沿岸の波浪情報は、リアルタイムで港湾空港技術研究所に収集されます。

ナウファス波浪観測情報は、気象庁による波浪予報に活用され海の安全に貢献するとともに、蓄積された長期間のデータの統計解析を通じて、港湾・海岸・空港事業の計画・調査・設計・施工をはじめとした、沿岸域の開発・利用・防災に、幅広く活用されています。

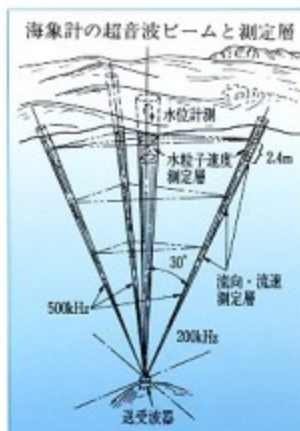
## 海象計(新型波浪計)

運輸技術審議会答申第10号(1981年)が示した、「波向観測の標準化と長周期波の観測を実用化させる」技術開発目標は、海象計の開発によって実現されました。海象計は、波高と周期を測る超音波式波高計に、海中超音波のドップラー原理を応用して3次元的な水粒子運動を測る機能を付加したものです。

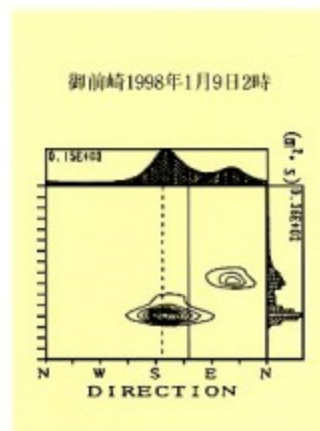
海象計には、水粒子の運動をもとに、波浪の方向スペクトル(波エネルギーの方向分布)を算出する、港湾空港技術研究所が開発したソフトが内蔵されています。海象計は、ナウファスにおける標準的な観測装置として、全国沿岸に展開が進められています。



海象計の海底設置センサー部



海象計の海底設置センサー部



方向スペクトルの観測例



## ナウファスのあゆみ

- 1950年代 波浪観測機器の開発に関する研究開始  
水圧式波高計の開発・改良
- 1960年代 港湾技術研究所設立(1962.4)  
超音波式波高計(USW)の開発・改良
- 1970年 波浪に関する拠点観測がはじまる  
(波浪観測データの集中解析)
- 1970年代 流速計型波向計(CWD)の開発・改良
- 1980年 拠点観測年報を沿岸波浪観測年報に改名。  
集中処理解析を充実  
運輸大臣特殊功績表彰  
(波浪観測機器開発と標準化)
- 1981年 運輸技術審議会答申第10号  
1980年代における海洋調査の推進方策  
目標・波浪観測網の充実
  - ・波向観測の標準化
  - ・津波等の長周期波観測
  - ・港湾局気象庁間の情報利用体制整備
- 1990年頃 リアルタイムデータ収集システムの開発
- 1991年 ナウファスと改名
- 1993年 北海道南西沖地震津波:  
連続観測システムの開発に着手  
(社)海洋調査協会  
波浪観測機器の統一メンテナンス開始
- 1994年 土木学会第1回技術功労賞受賞  
(設立80周年記念式典)
- 1995年 海象計の開発・実用化完成  
波浪情報センター設立(4月)
- 1996年 水路技術奨励賞受賞  
(海象計の開発:(財)日本水路協会)  
気象庁へのリアルタイム波浪情報配信開始
- 1997年 カムインズの運用開始(波浪情報センター)  
日本港湾協会技術賞  
運輸大臣感謝状(ナホトカ号事故対応)  
優秀情報処理システム賞  
第48回全国統計大会:大内賞  
(波浪観測が統計として正式認知)
- 1998年 土木学会技術開発賞  
(ナウファスの開発改良)
- 1999年 運輸大臣特殊功績表彰  
(ナウファスによる波浪・津波の研究)  
前田工学賞受賞  
(ナウファス:土木部門年間最優秀学位論文)
- 2001年 国土交通省および港湾空港技術研究所の発足
- 2002年 「波を測る」・「潮位を測る」刊行  
(社)日本港湾協会論文賞  
土木学会国際活動奨励賞
- 2003年 ホームページ運用開始  
<http://www.pari.go.jp/bsih/ky-skb/kaisho/>  
十勝沖地震津波:初のネットワーク沖合津波観測
- 2004年 室戸沖GPSブイ稼働開始  
リアルタイム波浪情報サービス開始  
<http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/>  
国土技術開発賞最優秀賞(GPS津波計測システム)  
日本産業大賞特別賞(GPS津波計測システム)
- 2005年 リアルタイム連続海象情報サービス開始(波浪・潮位)



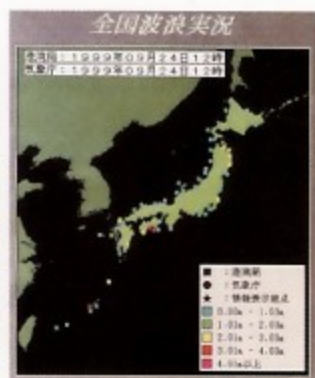
港湾工学国際研修



テレビポータ訪問



沿岸風力照明支柱



全国波浪実況(台風9918号来襲)

北海道南西沖地震津波波形(輪島、1993.7.12 23:50~0:10)

独立行政法人 港湾空港技術研究所

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1

企画管理部 企画課

電話 046-844-5040 FAX 046-841-8307

または

海洋・水工部 海象情報研究室

電話 046-844-5048 FAX 046-842-5246

# 富山湾における「うねり性波浪」 対策検討技術委員会 検討フロー(案)

## ＜委員会検討内容＞

## ＜委員会検討スケジュール(案)＞

第1回；赤文字、第2回；青文字、第3回；緑文字

### 1. ナウファス観測データ等を用いた「うねり性波浪」の特性把握(原因究明)

- ① 被害状況の整理
- ② 「寄り回り波」の現象(特性)の整理
- ③ ナウファス観測データの整理
- ④ 「寄り回り波」による過去の港湾施設被災事例の整理
- ⑤ 「寄り回り波」に関する過去の検討事例の整理
- ⑥ 全国のナウファス観測データによる現象分析
- ⑦ 海底地形を考慮した再現シミュレーションによる「うねり性波浪」の特性把握

### 2. 港湾施設の被災メカニズムの把握と今後の対応策(伏木防波堤等)

- ① 海底地形図、海図、深淺図の収集
- ② 1-⑥⑦を用いた時刻別の波圧計算
- ③ 2-②に基づく被災メカニズムの把握
- ④ 今後の対応策、設計手法等への反映

### 第1回委員会

年月日	08/03/06
検討内容	1-①~③と2-①について検討
報告・検討事項	(1) 今回の「うねり性波浪」による被害について (2) 「寄り回り波」について (3) 今回の「うねり性波浪」に関する波浪状況等について (4) ナウファスに関する情報について (5) 今後の検討方針(案)について

### 第2回委員会

年月日	08/03/末 又は 08/04/初
検討内容	1-④~⑦と2-②~③について検討
報告・検討事項	(1) 第1回委員会での課題報告 (2) 「寄り回り波」による過去の港湾施設被災事例の整理 (3) 「寄り回り波」に関する過去の検討事例の整理 (4) 「うねり性波浪」の特性解明について (5) 伏木防波堤の被災要因について (6) 伏木防波堤の被災メカニズムについて

### 第3回委員会

年月日	08/04/下
検討内容	2-④について検討
報告・検討事項	(1) 第2回委員会での課題報告 (2) 「うねり性波浪」の対策について

検討結果の公表