

平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会（第1回）

議事次第

日時：平成20年3月17日（月）13時00分～15時00分
場所：三番町共用会議室（三番町大会議室）
千代田区九段南2-1-5

- 1 主催者あいさつ
- 2 委員の紹介
- 3 委員長の互選
- 4 委員長挨拶
- 5 議事
 - (1) 委員会での検討内容等について（資料1）
 - (2) 漁業地域における被害状況について（資料2）
 - (3) 今回の気象及び高波浪の特性について（資料3）
 - (4) 被災沖波の推定と今後の高波浪特性検討方針について（資料4、5）
 - (5) その他

平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会（第1回） 出席者

日時：平成20年3月17日 13:00～15:00

場所：三番町共用会議室（三番町大会議室）

	氏名	役職	摘要
委員	きとう しんじ 佐藤 慎司	東京大学大学院工学研究科社会基盤学専攻教授	
委員	いずみや たかし 泉宮 尊司	新潟大学工学部建設学科教授	
委員	ちほ はじめ 千葉 元	国立富山商船高等専門学校商船学科准教授	
委員	なかやま あきよし 中山 哲巖	(独)水産総合研究センター水産工学研究所水理研究室長	
委員	すずき やすし 鈴木 靖	(財)日本気象協会市場開発部長	
委員	はしもと おさむ 橋本 牧	水産庁漁港漁場整備部長	
委員	たかくら のぶゆき 高倉 信幸	新潟県農林水産部漁港課長	
委員	さえき むねしげ 佐伯 宗茂	富山県農林水産部水産漁港課長	
関係者	うがじん よしのり 宇賀神 義宣	水産庁漁港漁場整備部整備課長	
関係者	きとう あきと 佐藤 昭人	水産庁漁港漁場整備部整備課長補佐（設計班）	
関係者	のぐち ひろゆき 野口 博之	水産庁漁港漁場整備部整備課地域整備係長	
関係者	よどえ てつや 淀江 哲也	水産庁漁港漁場整備部防災漁村課長	
関係者	なかいづみ まさみつ 中泉 昌光	水産庁漁港漁場整備部水産施設災害対策室長	
関係者	くろさわ かおる 黒澤 馨	水産庁漁港漁場整備部防災漁村課長補佐（海岸班）	
関係者	みずかみ ひでき 水上 秀樹	新潟県農林水産部漁港課主任	
関係者	いちい まさひこ 市井 昌彦	富山県農林水産部水産漁港課漁港係長	
関係者	こうの なおお 高野 洋雄	気象庁海洋気象情報室調査官	
関係者	よねざわ まさあき 米澤 政明	富山県入善町長	
関係者	みかみ のぶお 三上 信雄	(独)水産総合研究センター水産工学研究所漁港施設研究室長	
関係者	おおつか こうじ 大塚 浩二	(財)漁港漁場漁村技術研究所 調査役	
関係者	かたやま ひろゆき 片山 裕之	(財)漁港漁場漁村技術研究所 主任研究員	

資料 1

平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会

I 委員会の設置目的

平成20年2月23日から24日にかけて、強い冬型の低気圧により北日本から西日本にかけての日本海側に激しい高波浪が発生し、特に、新潟県及び富山県で漁港施設・漁港海岸保全施設の被災や越波等による漁船や背後の家屋の被災、死者・負傷者が生じる惨事となった。

今回の災害は、北海道西方沖で低気圧が停滞し、長時間にわたって強い風が吹き続けたことなどの特殊な気象条件により、一部では「寄り回り波」ともいわれる通常とは違った複雑な高波浪が発生したことに起因すると考えられている。

このため、学識経験者等から構成される「平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会」を新潟県及び富山県と合同で設置し、今回の波の特性や漁港施設等の被災原因を明らかにすることにより、今後の適切な災害復旧及び漁港施設等の整備に反映させることを目的とする。

II 「日本海高波浪に関する技術検討委員会」検討内容とスケジュール

- | | |
|--|-----------------|
| 1. 漁業地域における被害状況について | 第1回委員会
3月17日 |
| 2. 今回の気象及び高波浪の特性について | |
| 3. 被災時波浪の推定と今後の高波浪特性検討方針について | |
| 4. 高波浪のメカニズム及び被災要因の解明について
(中間とりまとめ) | 第2回委員会
4月中旬 |
| 5. 漁港施設等の設計上の留意事項の検討について
(委員会とりまとめ) | 第3回委員会 |

資料 2 漁業地域における被害状況

■富山県の被害状況

2 被害状況

市町村名	人的被害(人)				住家被害(棟)					非住家(棟)					備 考
	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				非住家は全て国分港網保管小屋
黒部市									42					30	生地芦崎地区、生地吉田地区
射水市	1			1											2/24 5:50頃 新湊漁港沖合いにて漁船から海に2名転落。うち1名(72才男性)心肺停止、搬送後死亡。 他に船上での転倒で1名(29才男性)軽傷
入善町	1		1	14	5	6	14	40	69	11	4	9	38	重傷 男性(60歳)左下腿部骨折 軽傷 男性(59歳)右前額部打撲、男性(47歳)頭切創、男性(65歳)左下腿部打撲、女性(71歳)右下腿部切創、他の軽傷者10名の詳細は不明 2/25 13:35 行方不明者の男性(87歳)の発見(死亡) 住家、非住家被害は、芦崎地区 非住家(全壊)は、空家(1棟)、漁具倉庫、納屋、車庫等 ※ 非住家(車庫等)における浸水被害は、床上下の判別を行わないため、合算して計上。	
朝日町								2	1	4		11		境内地内 非住家(全壊)は船小屋(3棟)、作業小屋(1棟)	
計	2	0	1	15	5	6	14	42	112	20	9	20	68		

※ この集計表には、「4 その他」の内容は含めていない。

(富山県ホームページ；富山防災 WEB より 3/12 18:00 現在)

平成20年2月24日の高波による被害状況

富山県

[水産関係被害状況]

(平成20年3月14日 10:00 現在)

内 容				応急対策	
漁 港	県 営	宮崎	構内道路	道路損壊 L=200m	堆積土除去のうえ、通行確保
			泊地、航路	土砂堆積 V=600m ³	
		滑川	離岸堤	消波ブロック沈下 L=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 L=20m	復旧済み
		新湊	東地区防波堤	堤防損壊 L=50m	
			東地区防波堤	消波ブロック沈下 L=70m	
			西地区防波堤	消波ブロック沈下 L=400m	
			西地区沖防波堤	消波ブロック沈下 L=100m	
		氷見	護岸	消波ブロック沈下 L=20m	
	市町営	入善	緩傾斜護岸	護岸損壊 L=660m	護岸開口部を土のうとコンクリートブロックで補強
			離岸堤・潜堤	消波ブロック沈下 L=770m	
			防波堤	消波ブロック沈下 L=50m	
			集落排水施設	排水管損壊 L=70m 排水管閉塞 L=2000m	応急復旧完了
			集落環境施設	公園、防火水槽等 破損	
			構内道路	舗装はく離 L=20m	
泊地、航路			土砂堆積		
石田		フィッシャリーナ	釣り棧橋木製デッキ破損 A=20m ²		
経田	泊地、航路	土砂堆積 V=2,500m ³	復旧済み		
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 被害金額調査中)			
	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(使用停止中)シャッター破損 1件			
	高岡市	個人用漁具倉庫 全壊 5件 半壊 5件			
	射水市	養殖施設取水管取水障害 1件			
漁船	破損60隻、転覆6隻 計66隻				
漁網	定置網 全損4件、一部損壊11件 計15件				
	刺網等 流失 計45件				

(富山県水産漁港課資料)

平成 20 年 2 月 24 日 波浪による被害状況について
土木部 3 月 12 日 18 時現在

1 被害状況等

(1) 公共土木施設の被害状況

番号	被災施設	発生場所	被災状況	現在の措置
1	万葉埠頭緑地	伏木富山港 (伏木地区)	波浪により被災(舗装、トイレなど) A=15,000㎡	立ち入り禁止
2	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
3	国分浜海浜公園 駐車場	〃	波浪により土砂堆積	立ち入り禁止解除
4	新港泊地	伏木富山港 (新湊地区)	波浪により貯木流出 約2,400本	撤去完了
5	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
6	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	
7	万葉1,2号岸壁	伏木富山港 (伏木地区)	波浪により土砂堆積	立ち入り禁止解除
8	万葉3号岸壁	〃	立ち入り禁止用フェンス20m流失	フェンスの仮復旧により 立ち入り禁止解除
9	新港防波堤 (波除)堀岡町	伏木富山港 (新湊地区)	波浪により波除堤約50m決壊	航路に危険箇所表示ブイ設置
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	伏木外港 北防波堤(直轄)	伏木富山港 (伏木地区)	北防波堤ケーソン800m岸壁側へ移動	
12	海老江海浜公園 突堤	伏木富山港 (新湊地区)	被覆石飛散、消波ブロック飛散	立ち入り禁止
13	東理立地 元気の森公園の西側	〃	ネットフェンス倒れ L=200m	
14	航路標識	伏木富山港 (富山地区)	波浪により流出1基、破損1基	
15	滑川海岸	滑川市吉浦	人工リーフ灯浮標(標識灯)の破損	
16	境海岸	朝日町境	緩傾斜護岸ブロック沈下 L=300m 人工リーフ 被覆ブロック欠損 L=100m 離岸堤 ブロック沈下 2箇所 L=330m	緩傾斜護岸の 応急対策工事完了
17	雨晴海岸	高岡市雨晴	西突堤先端の消波ブロック沈下、 赤標識灯が倒壊	
18	宮崎海岸	朝日町宮崎	緩傾斜護岸 基礎部洗掘 L=120m	
19	朝日海岸	朝日町元屋敷	緩傾斜護岸 護岸欠損 L=70m 人工リーフ 被覆ブロック欠損 L=30m	
20	高月海岸	滑川市高月	副離岸堤 ブロック沈下 L=80m	
21	富山海岸	富山市海岸通 ～浜黒崎	人工リーフ 標識灯破損 N=1基 緩傾斜護岸 基礎部欠損 3箇所 L=520m 離岸堤 ブロック沈下飛散 7箇所 L=1647m	
22	中田海岸	氷見市中田	離岸堤 6箇所 L=262m	
23	中波海岸	氷見市中波	離岸堤 3箇所 L=207m	
24	脇海岸	氷見市脇	離岸堤 3箇所 L=221m	

(富山県ホームページ；富山防災 WEB より 3/12 18:00 現在)

番号	被災施設	発生場所	被災状況	現在の措置
25	入善海岸（直轄 施行区域）	古黒部	消波工被災	立ち入り禁止
26	＃	吉原	副離岸堤ブロック流出 L=40m	
27	＃	神子沢	消波工ブロック流出 L=70m 直立堤倒壊、管理用通路沈下 L=36m	立ち入り禁止 応急対策工事完了
28	＃	園家	緩傾斜堤被災	立ち入り禁止
29	黒部海岸（直轄 施行区域）	生地	緩傾斜堤根固めブロック散乱、直立堤消 波工ブロック流出 L=500m 光ケーブル保護管被災1箇所L=200m	応急対策工事完了
30	(主)入善朝日線	朝日町元屋敷	車道部陥没 L=9.0m, W=2.0m, H=2.0m	片側交互通行

(富山県ホームページ；富山防災 WEB より 3/12 18:00 現在)

■新潟県の被害状況

○新潟県合計

	人的被害(人)				建物被害(棟)						非住家被害
	死亡	行方不明	重軽傷	合計	住家被害						
					全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水	住家被害計	
新潟県計	0	0	13	13	0	2	5	11	7	25	70

○各市町村ごとの被害状況

市町村名	死亡者	行方不明	重軽傷者	合計	住家被害						非住家被害
					全壊	半壊	一部損壊	床上浸水	床下浸水	住家被害計	
佐渡市	0	0	9	9	0	2	0	11	6	19	43
粟島浦村	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
糸魚川市	0	0	1	1	0	0	1	0	1	2	22
加茂市	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
新潟市	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	3
神林村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
長岡市	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
魚沼市	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
市町村計	0	0	13	13	0	2	5	11	7	25	70

[人的被害の内訳]

- 佐渡市水津 高波による被害で4名負傷(いずれも軽傷)
- 佐渡市東強清水 高波による被害で1名負傷(軽傷)
- 佐渡市両津大川 高波による被害で3名負傷(いずれも軽傷)
- 佐渡市椎泊 高波による被害で1名負傷(重傷)
- 糸魚川市 高波による被害で1名負傷(重傷)
- 加茂市 強風による被害で1名負傷(軽傷)
- 新潟市 強風による被害で1名負傷(重傷)
- 長岡市 高波による被害で1名負傷(軽傷)

(新潟県ホームページ；暴風による被害状況より 3/14 15:00 現在)

別紙

「2月23日からの暴風による被害状況」

3月14日 15時00分現在

◎ 道路関係

[被害箇所]

県道佐渡一周線	佐渡市北鶴島	路肩欠壊	L = 16.0 m
県道佐渡一周線	佐渡市羽二生	路肩欠壊	L = 15.0 m
県道佐渡一周線	佐渡市水津	路肩欠壊	L = 15.0 m
県道佐渡一周線	佐渡市虫崎	路肩欠壊	L = 16.0 m
県道佐渡一周線	佐渡市見立	路肩欠壊	L = 15.0 m

※上記5箇所はいずれも通行可。

◎ 河川施設及び海岸関係

- ・ 離岸堤沈下 13箇所
(糸魚川市中宿地区海岸、佐渡市東強清水地区海岸ほか)
- ・ 海岸護岸決壊 6箇所
(上越市柿崎区直海浜地区海岸ほか)
- ・ 突堤沈下 1箇所
(佐渡市水津地区海岸)
- ・ 消波工沈下 1箇所
(糸魚川市小泊地区海岸)
- ・ 導流堤沈下 1箇所
(柏崎市鯖石川)

◎ 水産関係

【佐渡市】

- ・ 漁船破損、流失 233隻以上
(鷺崎、北小浦、見立、和木、羽吉、水津、椎泊、両尾、北狄、豊岡、月布施など)
- ・ 漁港施設 17件
(鷺崎、水津、北小浦、黒姫、関)
- ・ 漁協施設等 30件以上
(水津、見立、入崎など)
- ・ 漁具等 34経営体以上
(鷺崎、黒姫、北小浦、平松、赤泊、椎泊、大川など)
- ・ 養殖施設 50経営体以上
(水津、大川など)

【佐渡市以外の市町村】

- ・ 漁船破損、流失 33隻以上
(親不知、姫川、能生、寺泊、新潟西、新潟東、桑川など)
- ・ 漁港施設 3件
(間瀬、能生、釜谷(粟島))
- ・ 漁協施設等 10件以上
(姫川、浦本、能生、名立、間瀬、岩船)
- ・ 漁具等 26経営体
(粟島、浦本、寺泊)

◎ 港湾関係

- ・ 姫川港 防舷材破損(中央埠頭5号岸壁の防舷材4基が海中に脱落)
緑地の破損(田海・須沢海岸公園で打ち上げ波により公園施設が破損)

(新潟県ホームページ；暴風による被害状況より 3/14 15:00 現在)

平成20年2月24日の高波による被害状況

新潟県

[水産関係被害状況]

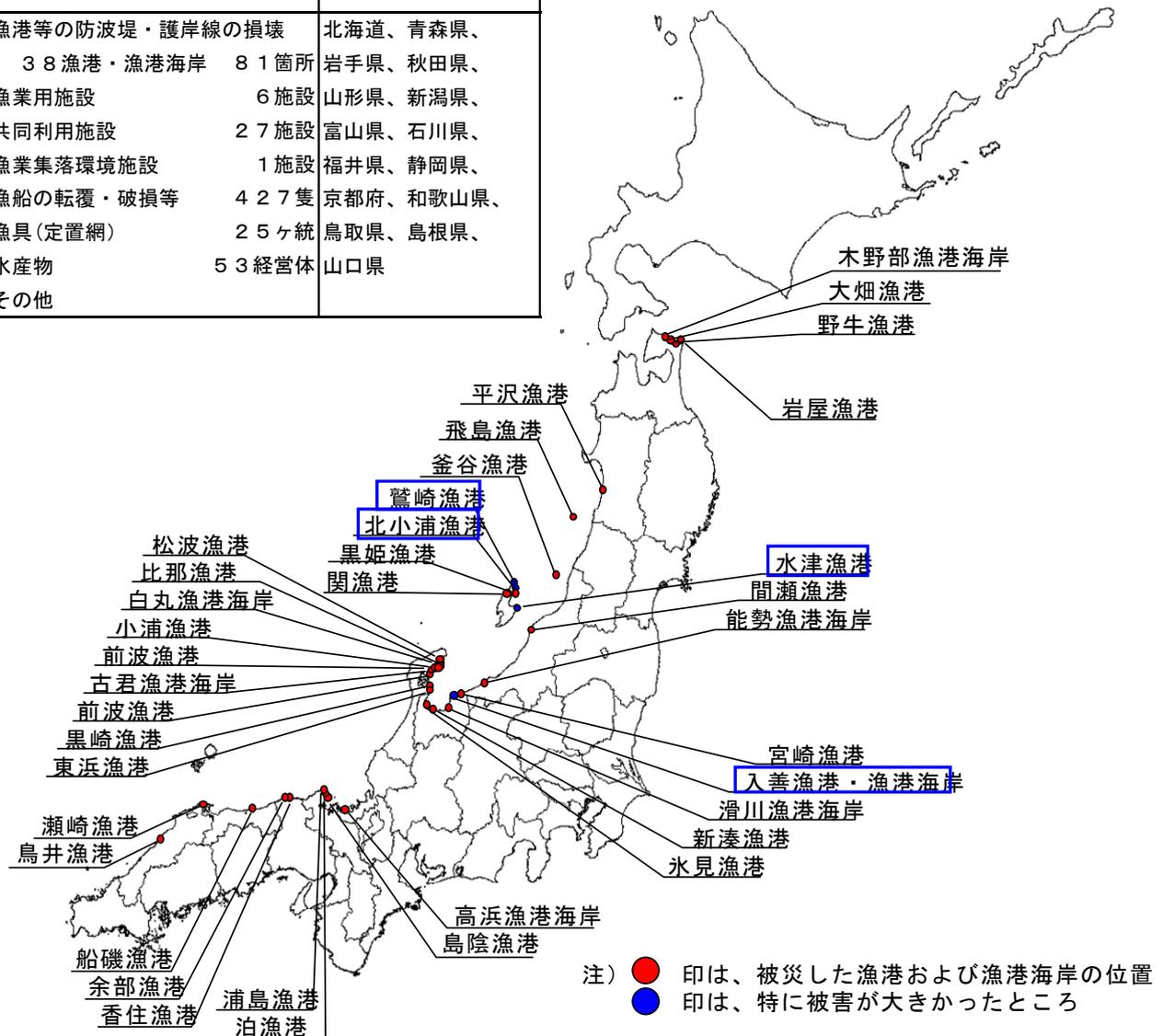
(平成20年3月14日 15:00 現在)

			内 容		応急対策	
漁 港	県 営	鷲崎	東防波堤	防波堤損壊 L=280m	仮消波堤、仮堤防設置	
			船揚場	船揚場損壊 L=100m		
			-3.0m岸壁	エプロン損壊 L=9m		
		水津	北防波堤	防波堤損壊 L=285m	仮防波堤、仮堤防設置	
			第2沖防波堤	防波堤損壊 L=85m		
			船揚場	ブロック移動 L=90m	L=30mを応急復旧	
			-3.0m岸壁	エプロン沈下 L=45m	応急復旧を実施	
			-2.0m物揚場	エプロン沈下 L=95m		
			-3.0m泊地	漁網等による泊地埋塞 V=1500m ³	漂着物等除去	
		間瀬	西防波堤	消波ブロック沈下 L=15m		
		能生	突堤	捨石飛散 L=20m		
		市町村営	北小浦	北防波堤	防波堤損壊 L=220m	仮消波堤を検討
				臨港道路	舗装、側溝損壊 L=23m	応急復旧を実施
				臨港道路	側溝損壊 L=26m	
	-3.0m岸壁			エプロン損壊 L=50m		
	標識灯			簡易標識飛散 N=1基		
	関		-2.5m物揚場	エプロン沈下 L=30m		
			臨港道路	路肩欠壊 L=50m		
	黒姫		標識灯	簡易標識飛散 N=1基		
	釜谷		標識灯	簡易標識飛散 N=1基		
水 産 施 設 等	漁船破損、流失 266隻以上					
	漁協施設等 40件以上					
	漁具等 60経営体以上					
	養殖施設 50経営体以上					

(新潟県漁港課、水産課資料)

水産関係被害（平成20年3月13日15時現在）

主な被害	被害地域
漁港等の防波堤・護岸線の損壊 38漁港・漁港海岸 81箇所	北海道、青森県、 岩手県、秋田県、 山形県、新潟県、 富山県、石川県、 福井県、静岡県、 京都府、和歌山県、 鳥取県、島根県、 山口県
漁業用施設 6施設	
共同利用施設 27施設	
漁業集落環境施設 1施設	
漁船の転覆・破損等 427隻	
漁具(定置網) 25ヶ統	
水産物 53経営体	
その他	

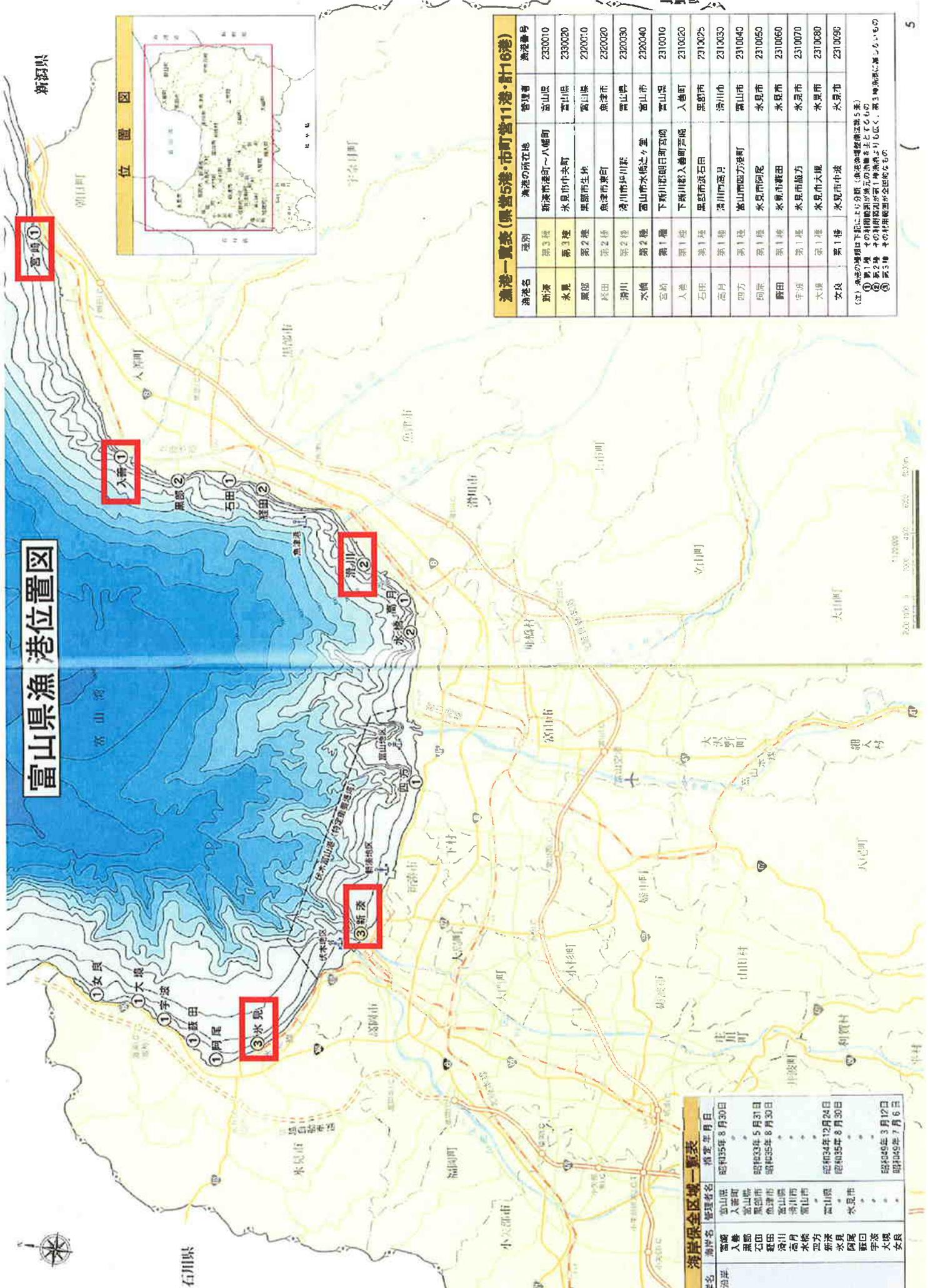


漁港施設等の被災日時(地元からの聞き取り)		
山形県飛島漁港	24日	0時～6時頃
新潟県鷺崎漁港	24日	6時頃
北小浦漁港		
水津漁港		
富山県入善漁港	24日	6時～17時頃
入善漁港海岸		
島根県瀨崎漁港	25日	2時～6時頃

主な被害の内訳

県別	漁港	漁港海岸	漁業用施設	共同利用施設	漁船	漁具(定置網)
北海道				3施設	3隻	
青森県	3ヶ所	1ヶ所			7隻	
岩手県				1施設		
秋田県	1ヶ所					
山形県	1ヶ所			3施設	13隻	
新潟県	7ヶ所	1ヶ所	5施設	20施設	263隻	13ヶ統
富山県	4ヶ所	2ヶ所		1施設	45隻	
石川県	7ヶ所	2ヶ所	1施設	1施設	51隻	4ヶ統
福井県		1ヶ所			3隻	
静岡県					1隻	
京都府	3ヶ所			4施設	8隻	5ヶ統
兵庫県	2ヶ所					
鳥取県	1ヶ所					
島根県	2ヶ所				29隻	
山口県					45隻	3ヶ統

富山県漁港位置図



漁港一覧表(県管5港・市町管11港・計16港)

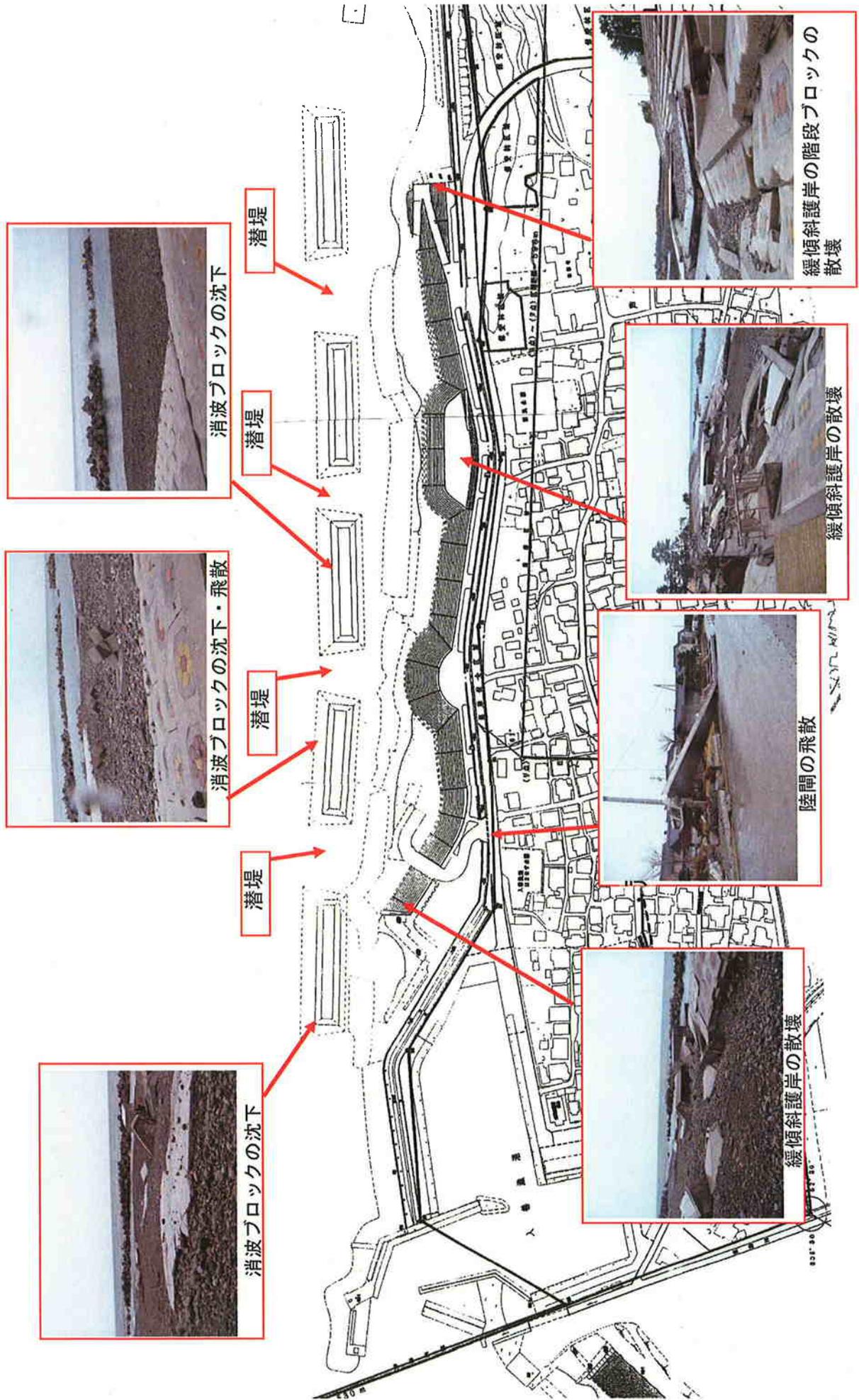
漁港名	選別	漁港の所在地	管理者	漁港番号
新湊	第3種	新湊市津町〜八幡町	富山県	2330010
氷見	第3種	氷見市中央町	富山県	2330020
鳳郎	第2種	鳳郎市生駒	富山県	2320010
石田	第2種	魚津市津町	魚津市	2320020
滑川	第2種	滑川市坪川郷	富山県	2320030
水橋	第2種	富山県水橋上々室	富山県	2320040
宮崎	第1種	下新川町朝日新宮崎	富山県	2310010
入善	第1種	下新川町入善町栗崎	入善町	2310020
石田	第1種	黒部市成石白	黒部市	2310025
高月	第1種	滑川市高月	滑川市	2310030
四方	第1種	富山県四方津町	富山県	2310040
阿尾	第1種	氷見市阿尾	氷見市	2310050
藤田	第1種	氷見市藤田	氷見市	2310060
宇波	第1種	氷見市藤方	氷見市	2310070
大塚	第1種	氷見市大塚	氷見市	2310080
女良	第1種	氷見市中塚	氷見市	2310090

(注) 漁港の種類は下記により分類(漁港法第5条)
 ① 第1種 その利用範囲が第一種漁港より広く、第3種漁港に属しないもの
 ② 第2種 その利用範囲が第一種漁港より広く、第3種漁港に属しないもの
 ③ 第3種 その利用範囲が全国統一のもの

漁業保全区域一覧表

名称	漁港名	管理者名	指定年月日
富嶺	富山県 入善町	富山県	昭和35年8月30日
富嶺	富山県 鳳郎市	富山県	昭和33年5月31日
富嶺	富山県 魚津市	富山県	昭和35年6月30日
富嶺	富山県 滑川市	富山県	昭和35年6月30日
富嶺	富山県 高月	富山県	昭和34年12月24日
富嶺	富山県 四方	富山県	昭和35年6月30日
富嶺	富山県 氷見市	富山県	昭和34年3月12日
富嶺	富山県 阿尾	富山県	昭和34年7月6日
富嶺	富山県 藤田	富山県	昭和34年7月6日
富嶺	富山県 宇波	富山県	昭和34年7月6日
富嶺	富山県 大塚	富山県	昭和34年7月6日
富嶺	富山県 女良	富山県	昭和34年7月6日

入善漁港海岸 (管理者：入善町)



背後集落被災状況マップ



凡例	
全壊	
半壊	
一部損壊	
床下浸水	

新湊漁港

(管理者: 富山県)



防波堤 ケーソン傾斜・滑動

防波堤被災 L=50m



消波ブロック沈下

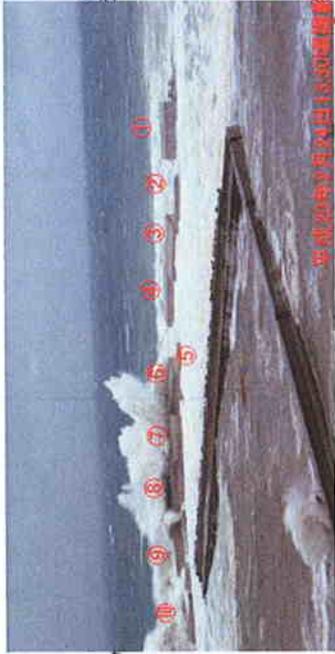
消波工 L=400m



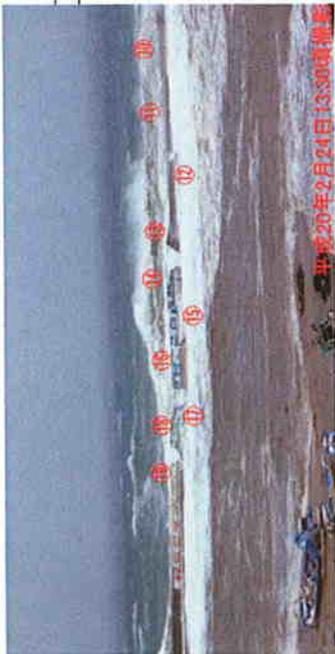
鷺崎漁港 (管理者:新潟県)

被災日時 平成20年2月24日
0時00分頃～6時00分頃

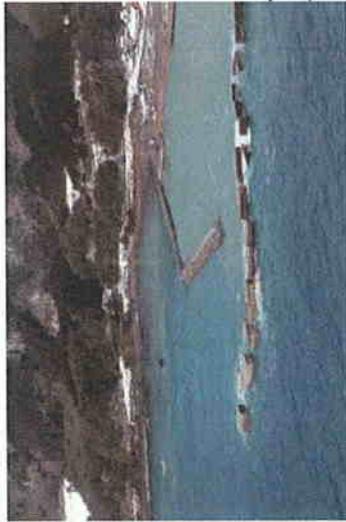
被災波向 NE



【東防波堤】



L=280m
ケーン19箇が滑動及び傾斜



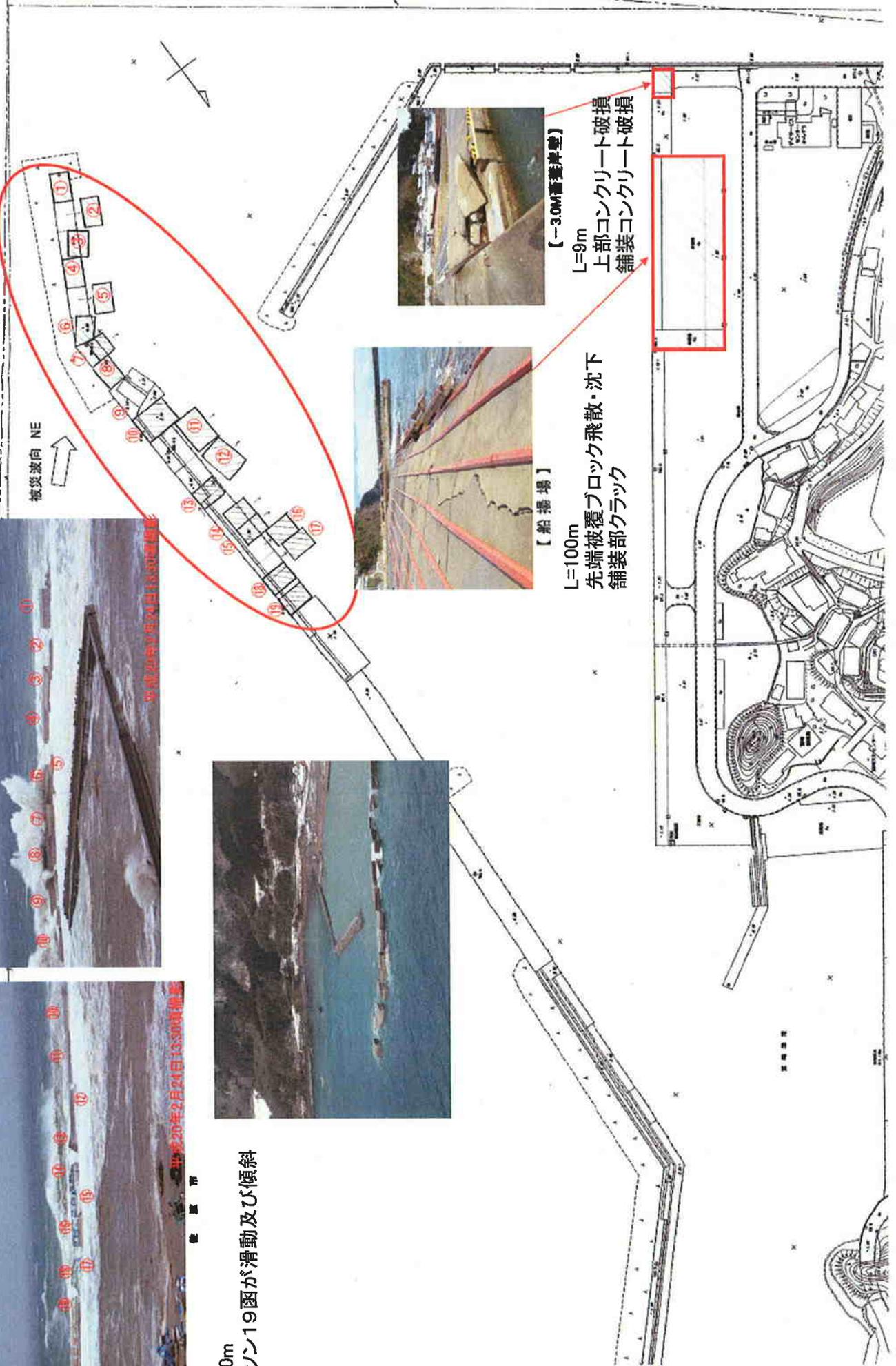
【船場】

L=100m
先端被覆ブロック飛散・沈下
舗装部クラック



【-3.0M番護岸壁】

L=9m
上部コンクリート破損
舗装コンクリート破損

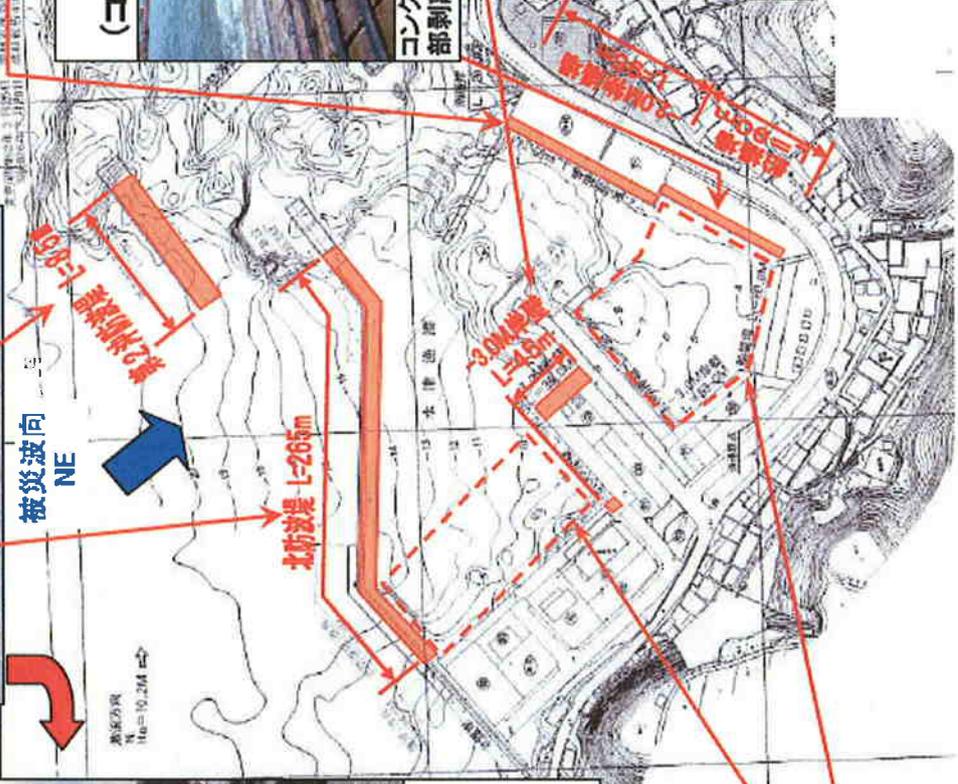


被災前状況



被災日時：平成29年7月31日
0時00分頃～0時05分頃

風浪時状況 (H20.2.24)

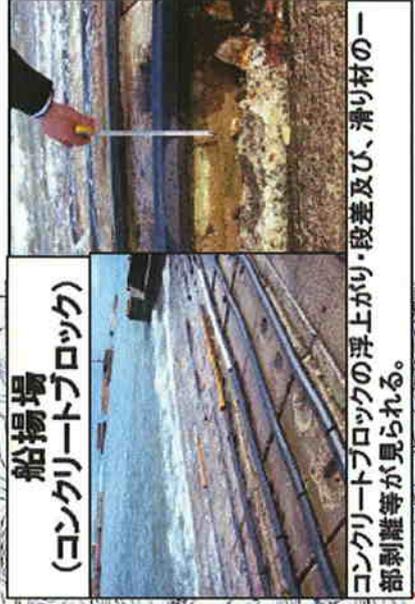


-2.0M物揚場エプロン



越波による背後地の侵食及び裏込材の吸出しによりエプロン舗装の沈下・剥離がある。

**船揚場
(コンクリートブロック)**



コンクリートブロックの浮上がり・段差及び、滑り材の一部剥離等が見られる。

-3.0M岸壁



直立消波ブロックの裏込材が吸出しを受けており、背後用地の裏込材がない。

被災後状況 (H20.2.25)



第2防波堤：ケーソン5函が滑動
北防波堤：ケーソン17函が滑動及び転倒

-3.0M泊地

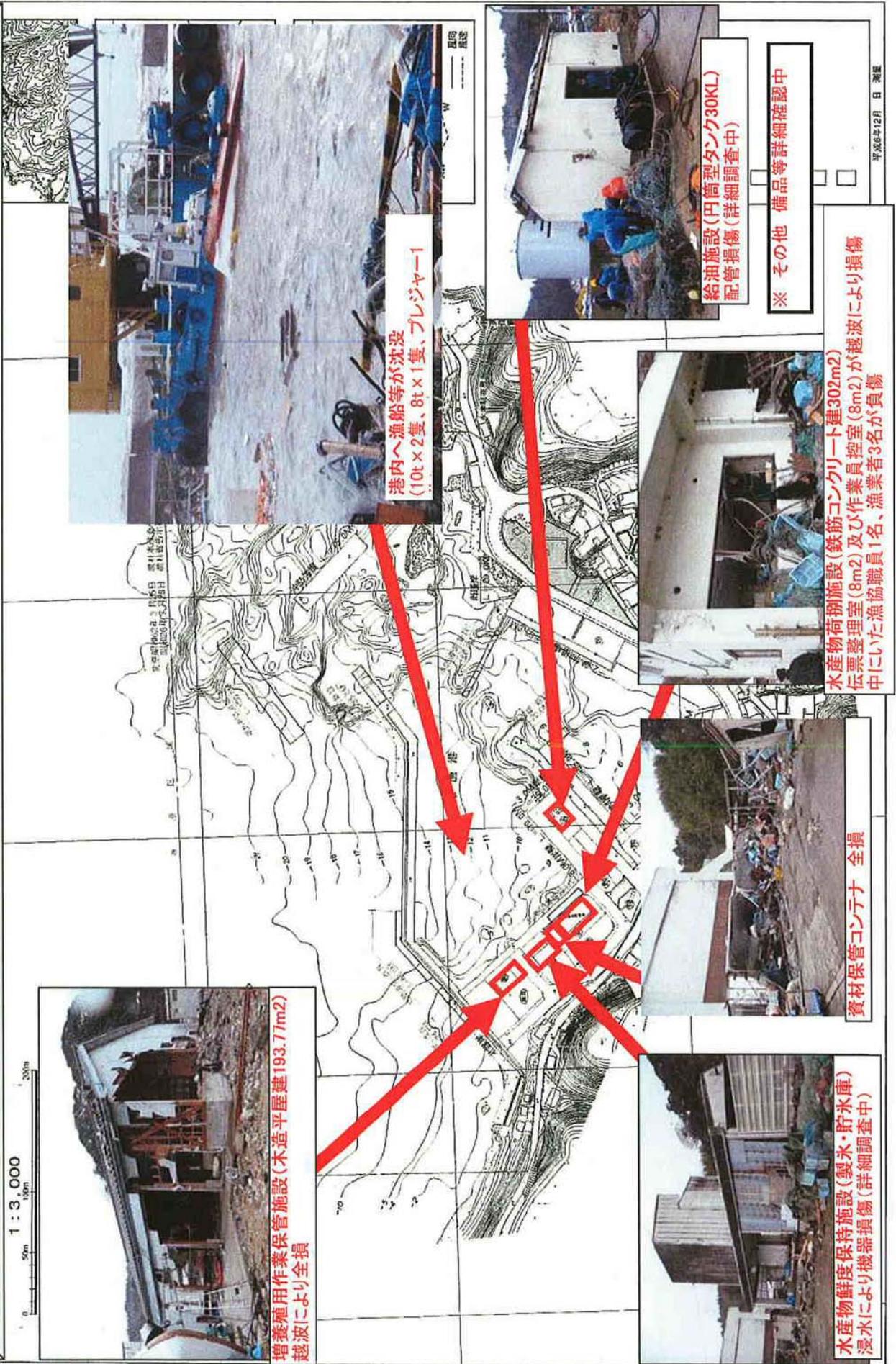


-3.0M泊地
A=8,000m²
V=1,500m³

漂着物が支障となっている。

水津漁港
(管理者：新潟県)

水津漁港の共同利用施設等の被害



H20.2.24冬季風浪災害 主な被災状況 (鷲崎漁港)



災害発生当時の状況 (左：防波堤に打ち寄せる高波 右：漁港内の状況)



岸壁の照明灯



打ち上げられた漁網 (定置網)

H20.2.24冬季風浪災害 主な被災状況 (水津漁港)



災害発生当時の状況 (左：防波堤に打ち寄せる高波 右：転覆した漁船)



陸に打ち上げられた漁船



岸壁エプロン・照明灯の破損

H20.2.24冬季風浪災害 主な被災状況 (北小浦漁港)



陸に打ち上げられた漁網・資材など



臨港道路の破損

資料 3 今回の気象及び高波浪の特性

1. 1 気象概況

22日21時ごろ日本海で発生した低気圧が24日にかけて急速に発達しながら北日本を通過した。三陸沖の海上にあった発達を続ける低気圧の影響で、冬型の気圧配置が強まり、北日本と東日本の沿岸部を中心に2月としては記録的な非常に強い風が観測された。

海上では低気圧の発達に伴って22日から次第に波やうねりが高くなり、23日から25日にかけて日本海側の海上では大しけとなった。

また、冬型の気圧配置により強い寒気が流れ込んだため、西日本から北日本にかけての広範囲で強い雪が降り大雪となった。

低気圧の経路と気圧の変化を図1.1-1に、地上天気図と気象衛星による雲画像を図1.1-2(1)、(2)に示す。

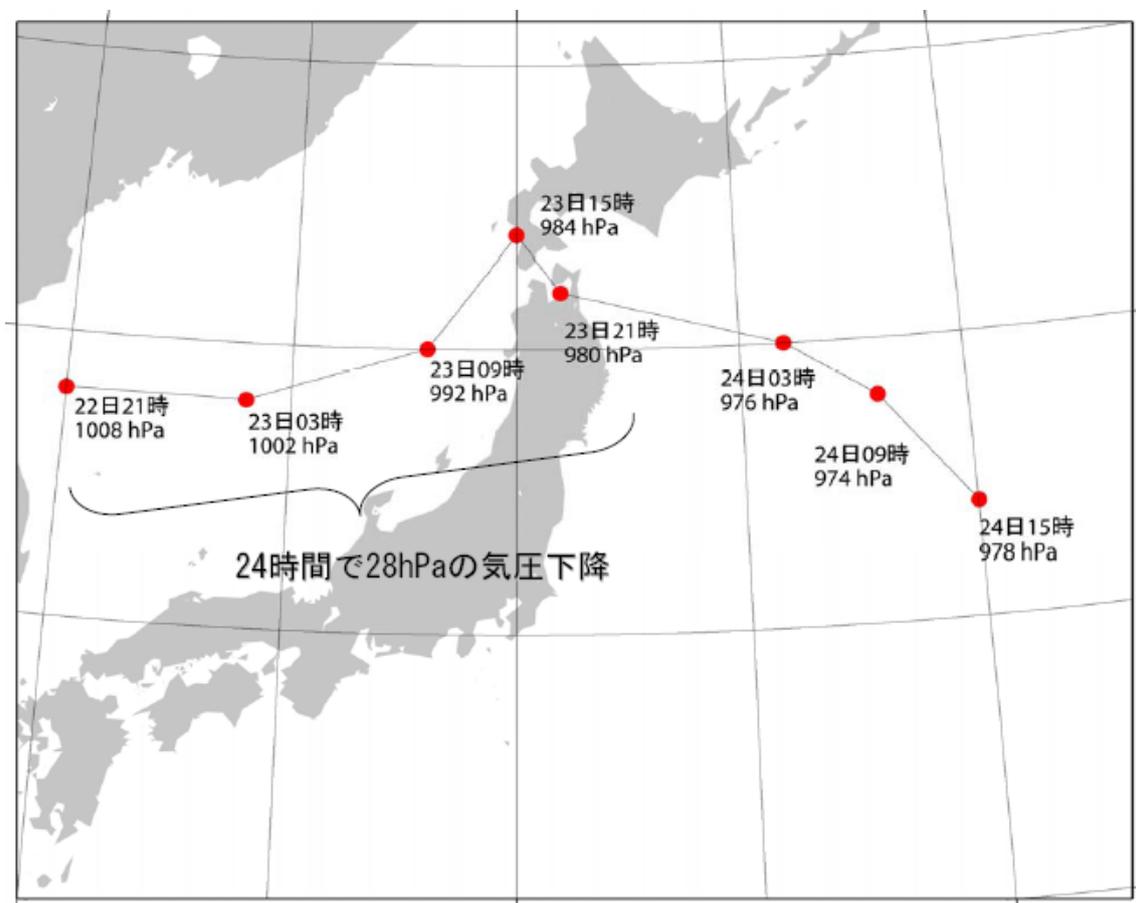


図 1.1-1 低気圧の経路と気圧の変化 (気象庁)

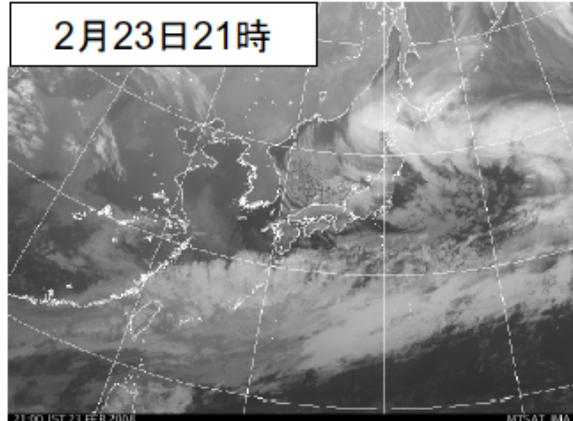
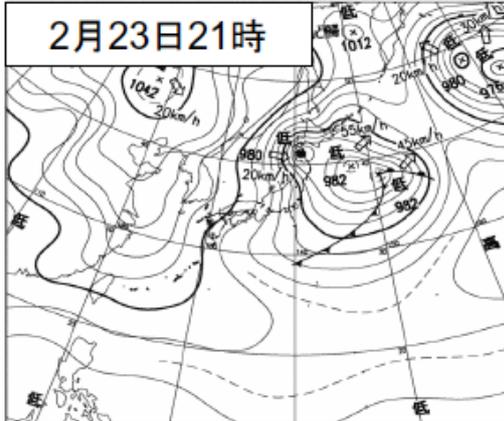
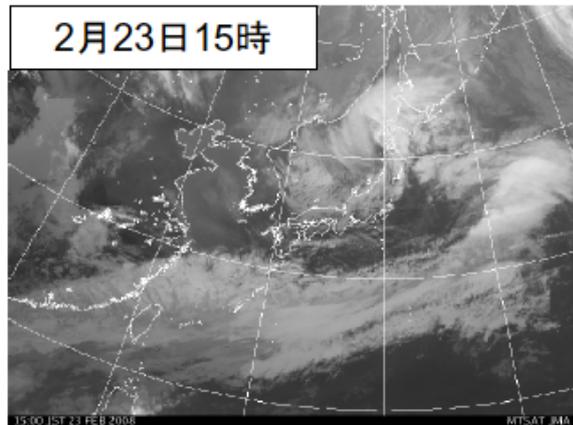
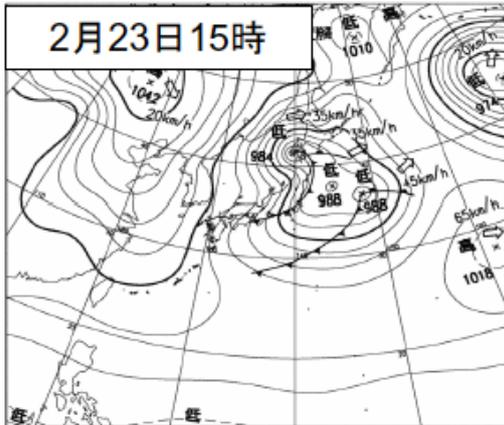
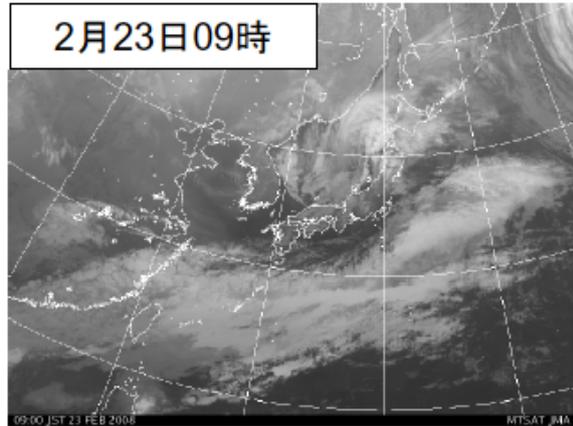
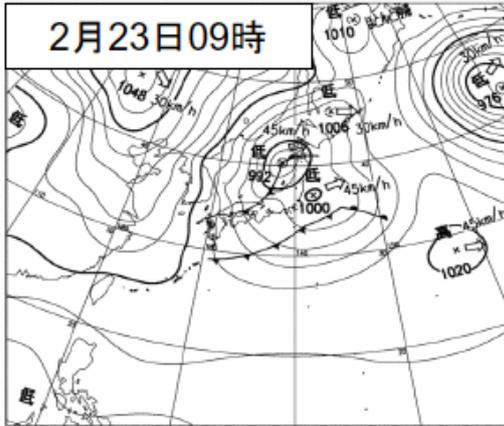


図 1.1-2(1) 地上天気図と気象衛星（ひまわり 6 号）による雲画像（気象庁）

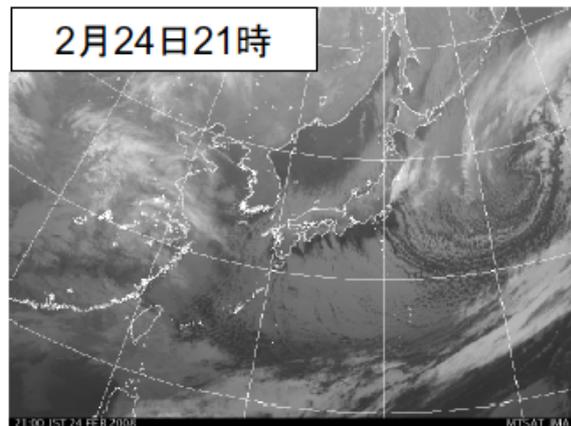
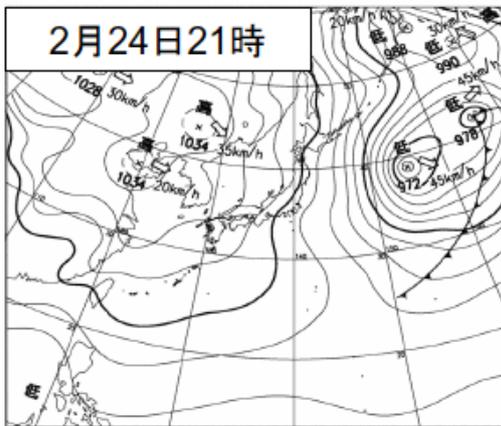
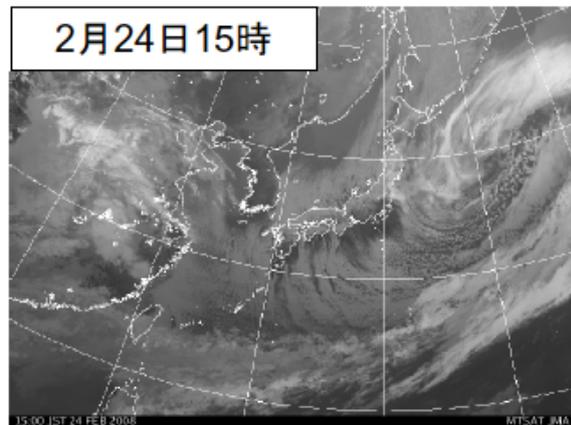
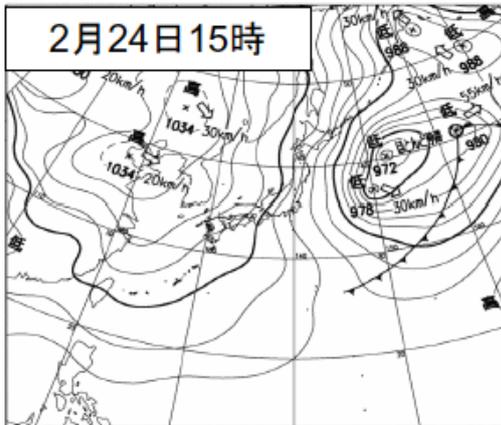
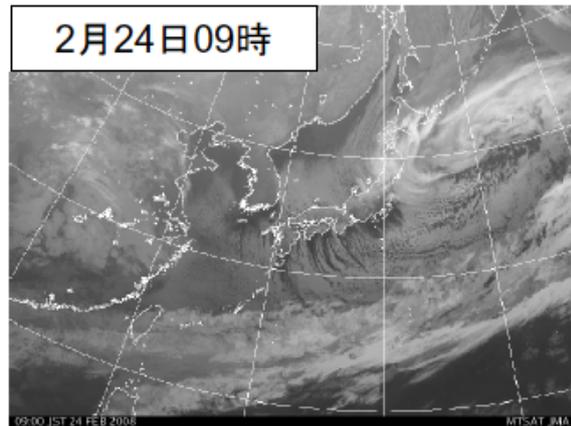
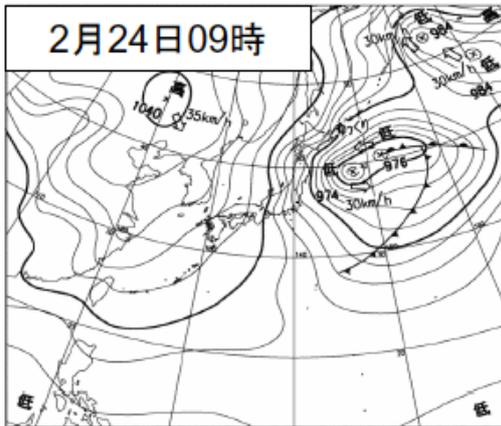


図 1.1-2(2) 地上天気図と気象衛星（ひまわり 6 号）による雲画像（気象庁）

2月23日、24日の風向・風速分布を図1.1-3に示す。富山県、新潟県の風況としては、概ね北西からの風が卓越しており、佐渡をはじめ、新潟県では20m/sを超える強風であったことがわかる。

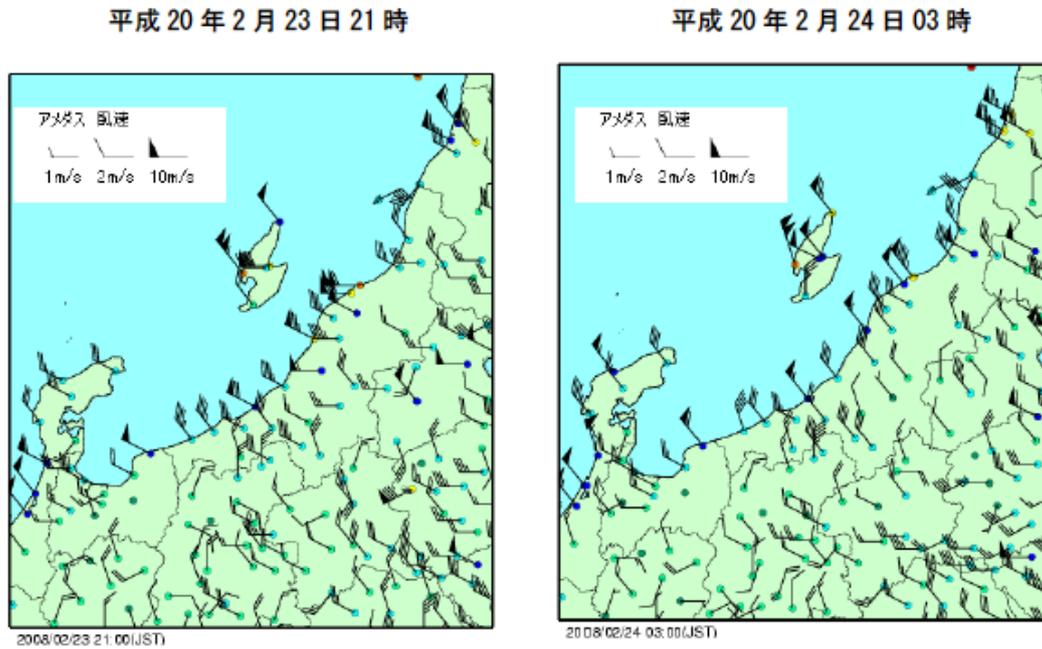


図 1.1-3 2月23日、24日の風向・風速分布（気象庁）

1. 2 波浪概況

気象庁が作成した沿岸波浪図を図1.2-1に示す。低気圧の接近に伴って次第に波が高くなり、西日本の日本海側、東日本、北日本では6mを超す大時化となった。

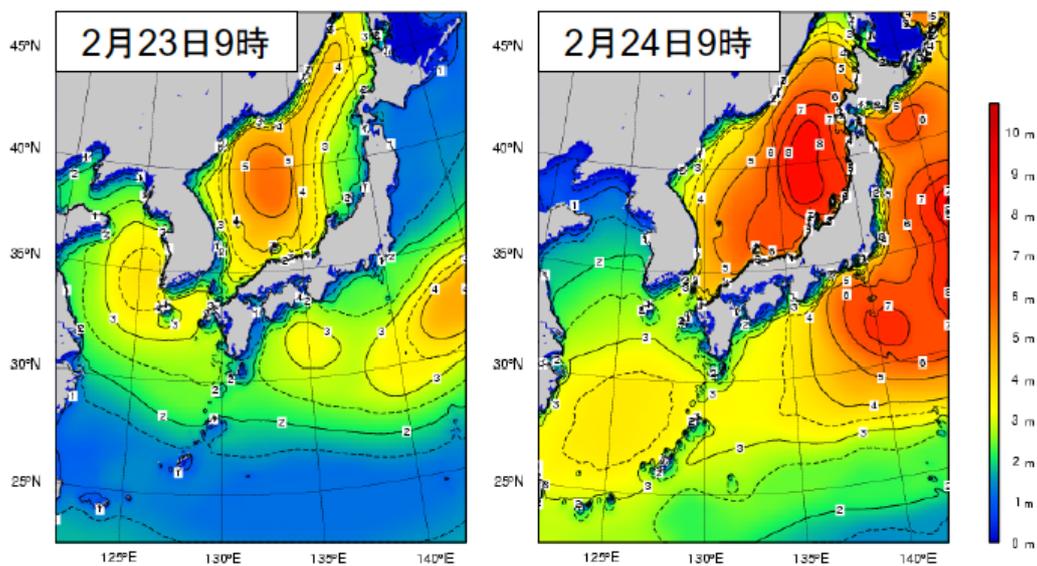


図 1.2-1 沿岸波浪図（気象庁）

1. 3 近隣で観測された気象・海象の整理

(1) 観測風の整理

富山県内の主要地点における最大風速、最大瞬間風速を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 富山県内における最大風速と最大瞬間風速

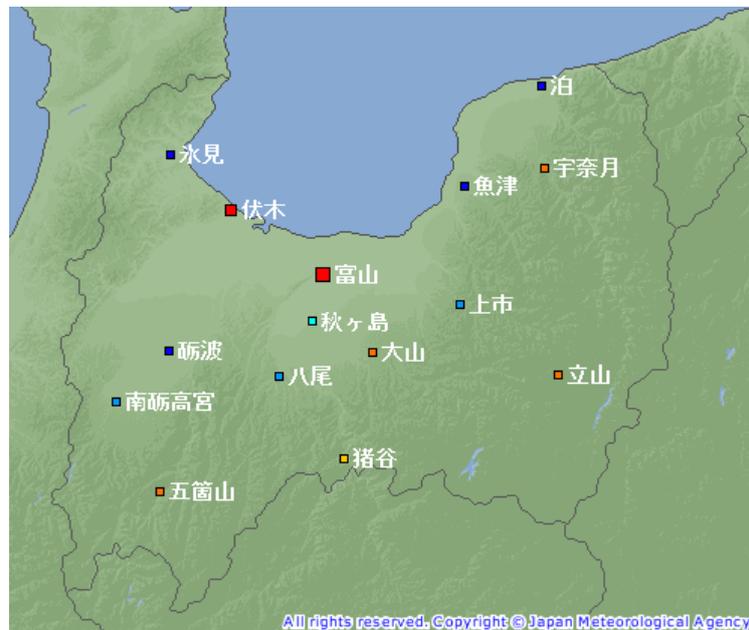
都道府県	観測所	2月23日～24日の最大値			2月の1位の値			統計開始年
		風速 m/s	風向 16方位	日時分	風速 m/s	風向 16方位	年月日	
富山県	泊	17	西南西	23日10時10分	18	南南西	1983/2/15	1979年
富山県	氷見	9	西南西	23日09時20分	14	西南西	2006/2/7	1979年
富山県	魚津	10	西北西	23日17時00分	10	南南西	1983/2/15	1979年
富山県	伏木*	8.8	北西	23日19時40分	18.6	北東	1907/2/11	1886年
富山県	富山*	9.0	北西	23日17時10分	19.7	南	1951/2/22	1939年
富山県	砺波	10	西	23日11時30分	13	西	2002/2/7	1976年
富山県	秋ヶ島	10	北西	23日20時10分	14	南西	2006/2/7	2003年
富山県	上市	5	南南西	23日09時40分	8	南南西	1990/2/20	1979年
富山県	南砺高宮	9	西南西	23日09時30分	12	西南西	2006/2/7	1979年
富山県	八尾	6	南西	23日09時20分	11	西	2006/2/7	1976年

*：気象官署 無印：アメダス観測所

魚津地域気象観測所は、2月としての1位の値となった（同値あり）。

都道府県	観測所	2月23日～24日の最大値			2月の1位の値			統計開始年
		風速 m/s	風向 16方位	日時分	風速 m/s	風向 16方位	年月日	
富山県	伏木*	17.4	北西	23日19時36分	32.7	北東	1968/2/15	1886年
富山県	富山*	16.4	西北西	23日18時11分	29.0	南	1990/2/20	1939年

気象官署のみ

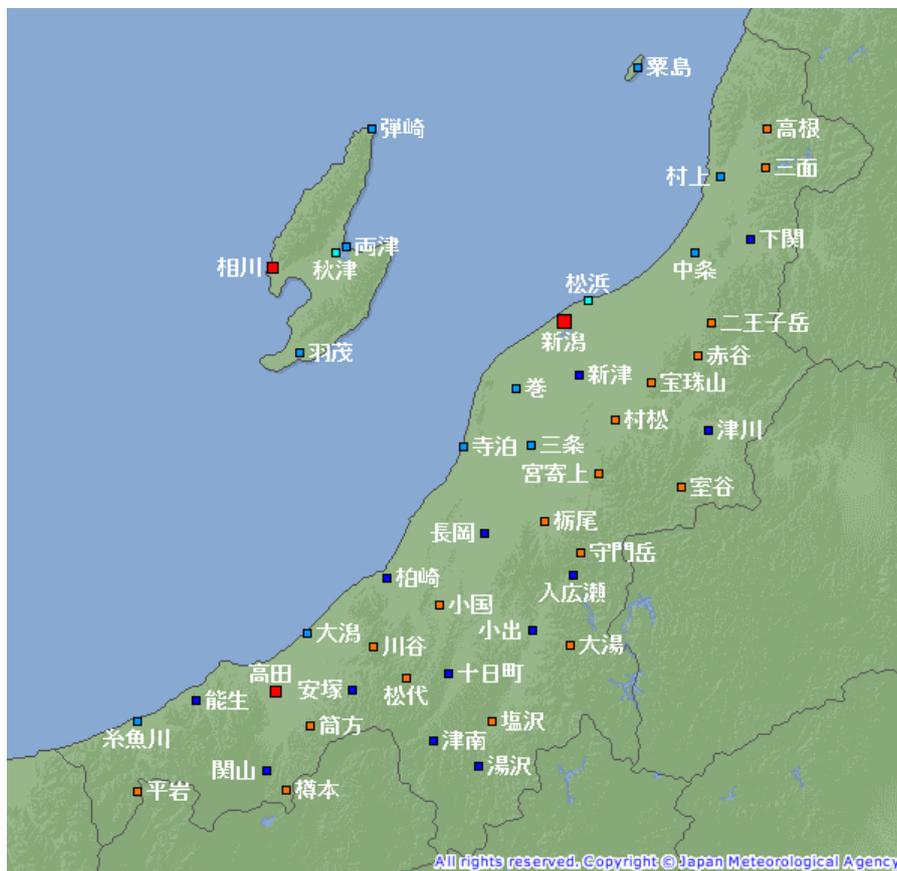


次に、新潟県内の主要地点における最大風速、最大瞬間風速を表 1.3-2 に示す。

表 1.3-2 新潟県内における最大風速と最大瞬間風速

・気象官署等における日最大風速、日最大瞬間風速

	23日				24日			
	最大風速		最大瞬間風速		最大風速		最大瞬間風速	
	風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向
新潟	15.0	西	25.2	西	13.2	北西	24.1	北西
高田	9.0	西北西	23.5	西	7.9	西北西	20.4	西
相川	22.9	西北西	29.9	北西	22.2	北北西	29.0	北北西



次に、弾崎、栗島、泊における、風速・風向のグラフを図 1.3-1(1)~(3)に示す。

風データ観測地点



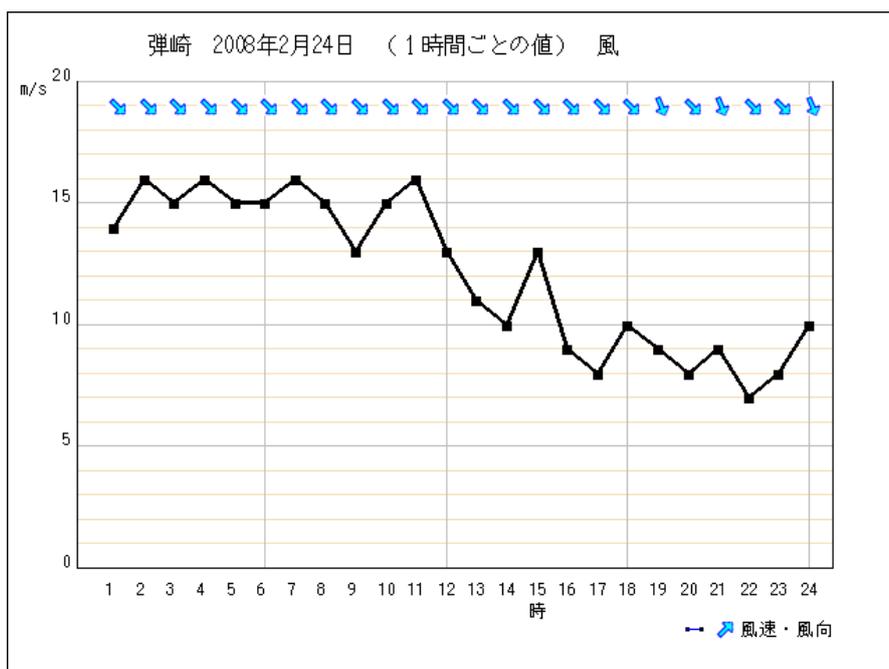
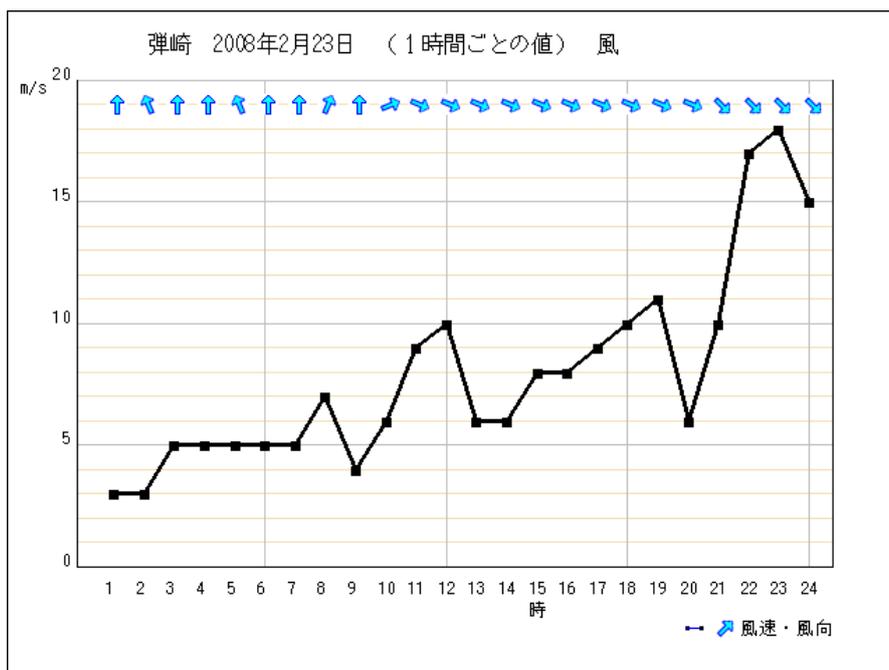


図 1.3-1(1) 弾崎における風速・風向の変化図 (気象庁 HP より)
 (上段 ; 2008 年 2 月 23 日, 下段 ; 2008 年 2 月 24 日)

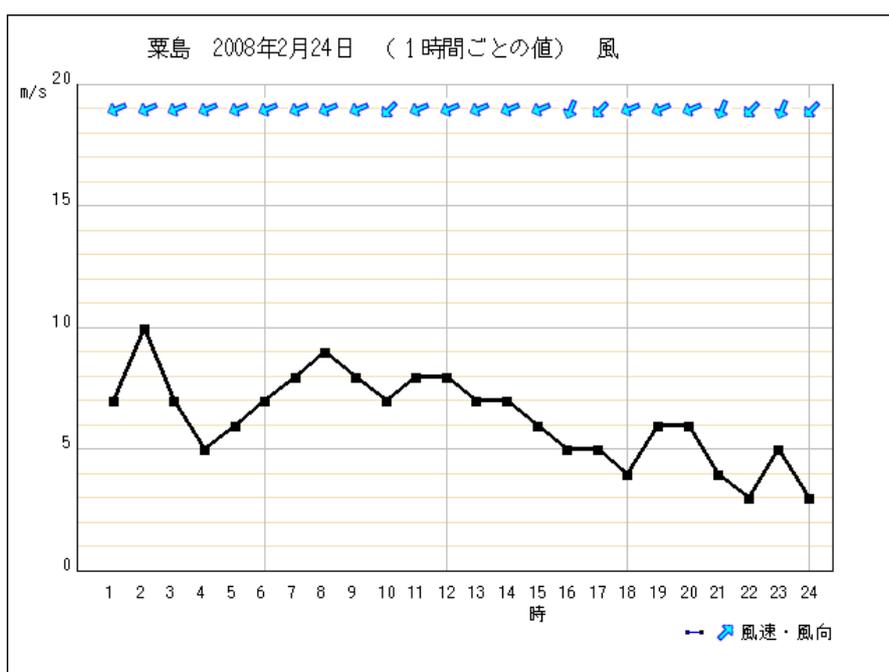
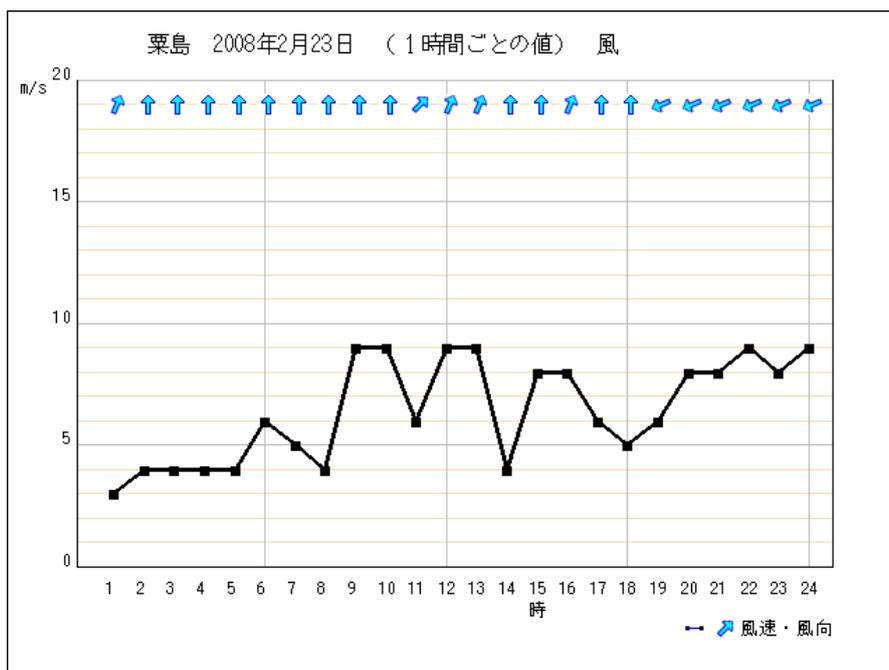


図 1.3-1(2) 栗島における風速・風向の変化図 (気象庁 HP より)
 (上段 ; 2008 年 2 月 23 日, 下段 ; 2008 年 2 月 24 日)

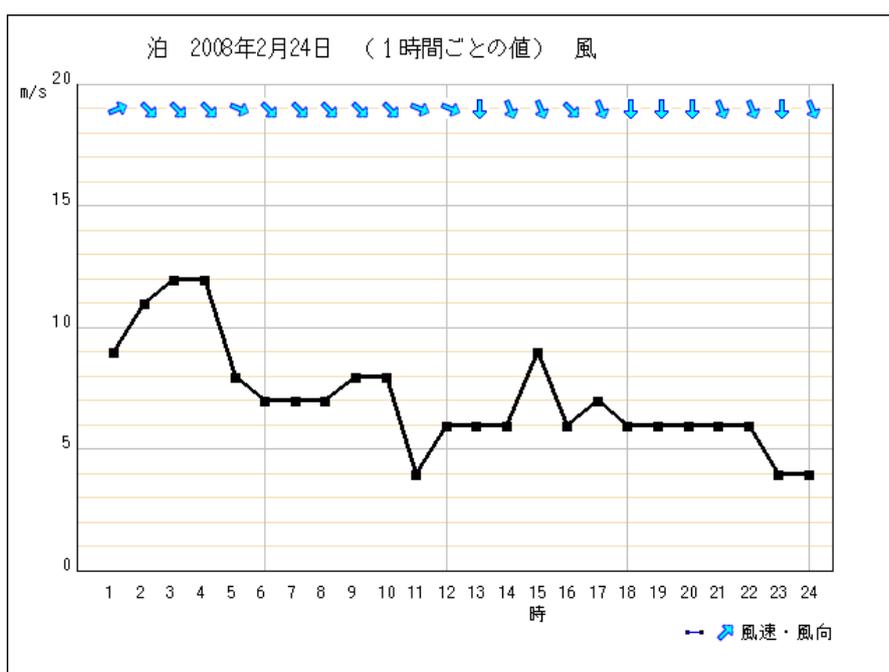
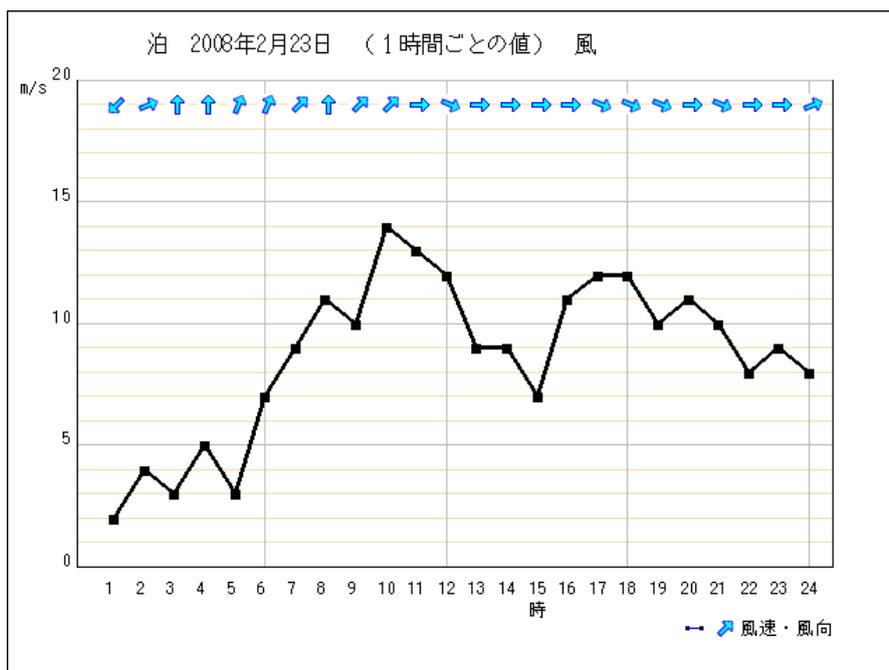
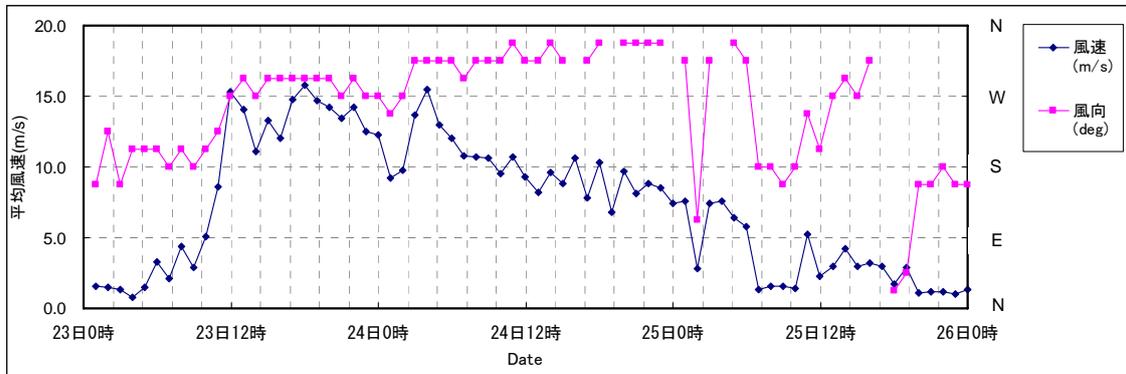
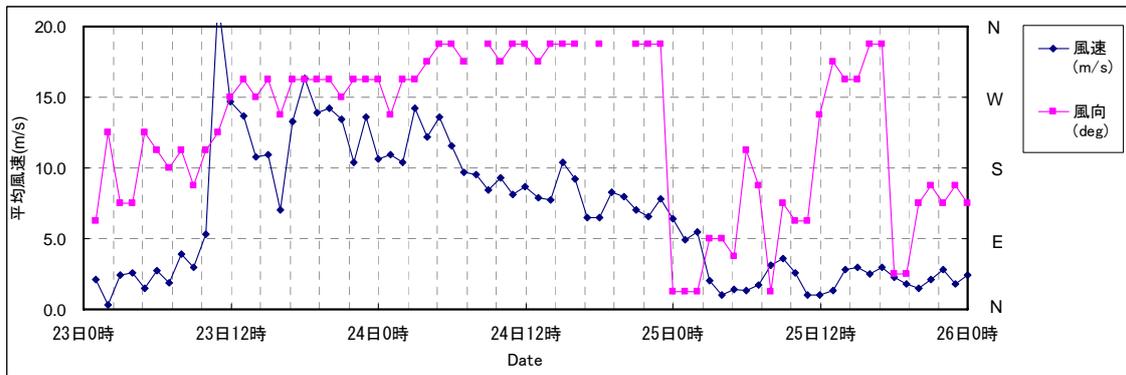


図 1.3-1(3) 泊における風速・風向の変化図 (気象庁 HP より)
 (上段 ; 2008年2月23日, 下段 ; 2008年2月24日)

次に、田中観測所、石田観測所（どちらも河川局提供）の風データを以下に示した。陸地の影響を受けている可能性もあるが、被災時には10~15m/s程度の北西風が吹いていたことがわかる。



(1) 田中観測データ



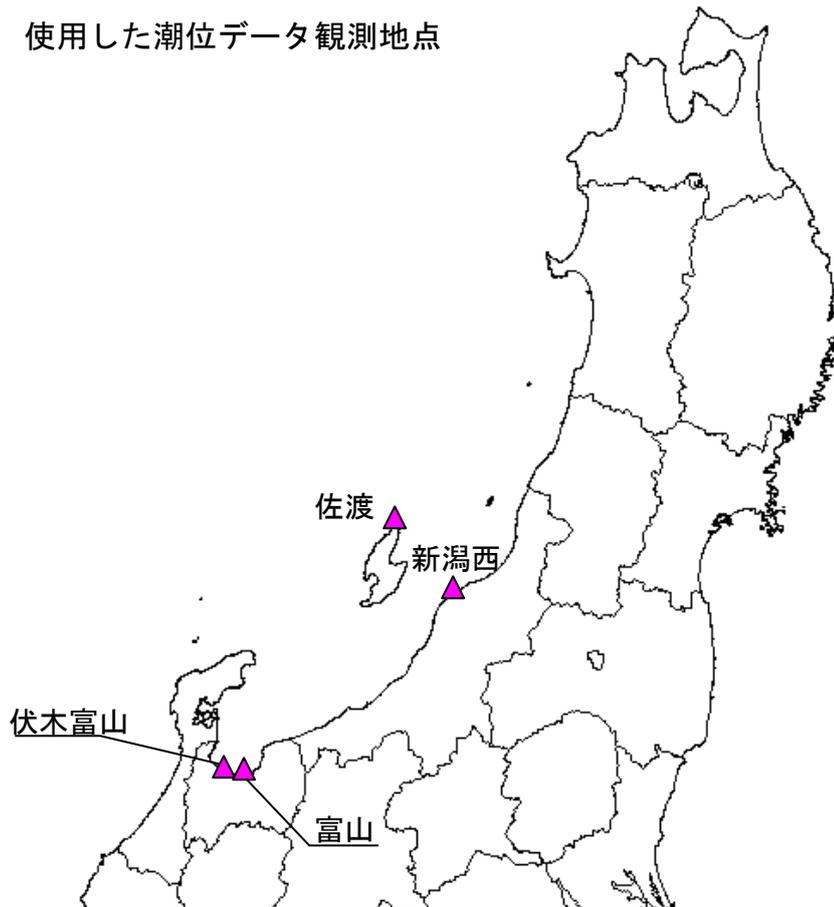
(2) 石田観測データ

図 1.3-2 田中、石田における風速・風向の変化図（河川局より）

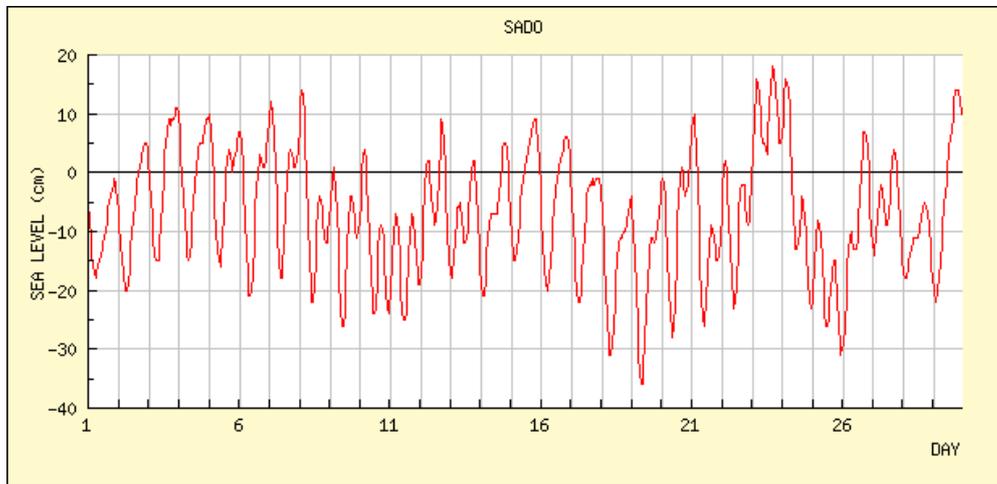
(2) 観測潮位の整理

観測潮位については、佐渡（気象庁）、富山（気象庁）、新潟西（港湾局）、伏木富山（港湾局）の観測データを以下に整理した。

使用した潮位データ観測地点



先ず、佐渡、富山の潮位、潮位偏差について示す。いずれの地点も、被災時期に潮位、潮位偏差とも高いレベルにあることが分かる。

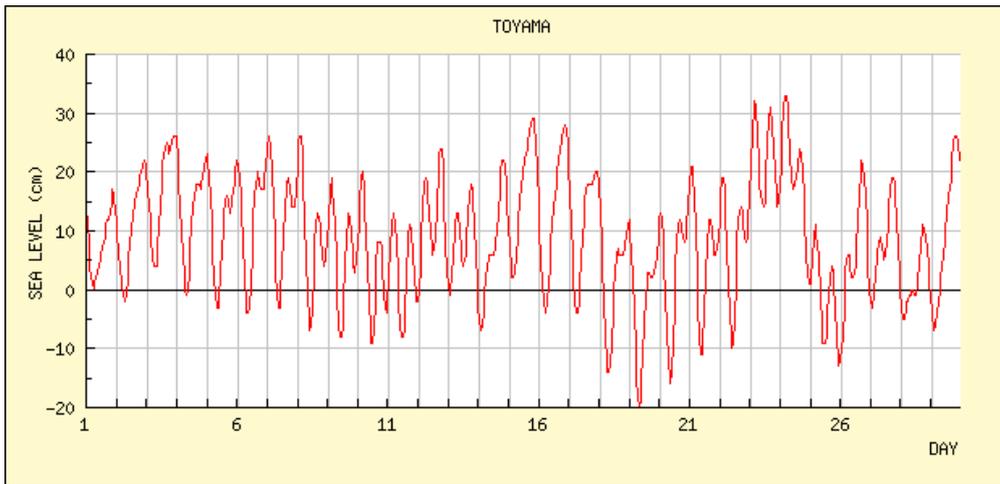


(1) 2月の潮位 (T.P. 基準)

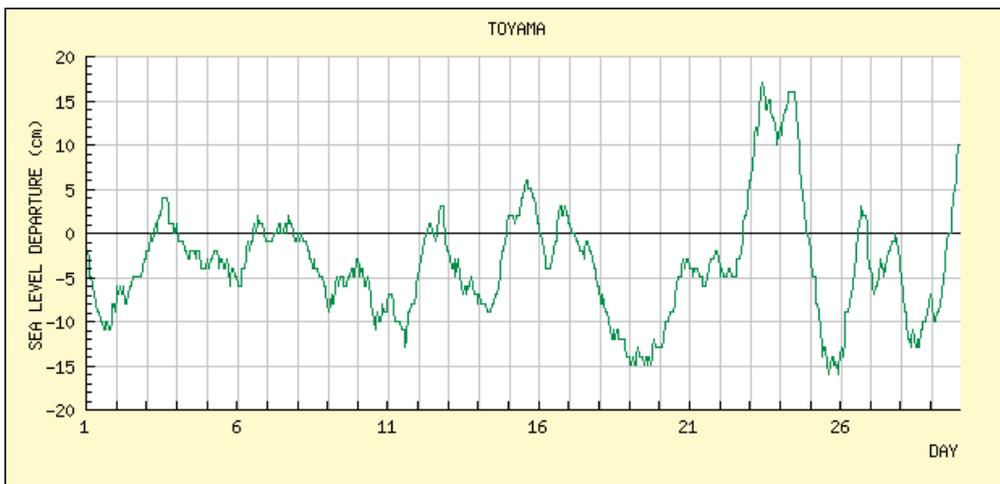


(2) 2月の潮位偏差

図 1.3-3 佐渡の観測潮位 (気象庁)



(1) 2月の潮位 (T.P. 基準)



(2) 2月の潮位偏差

図 1.3-4 富山の観測潮位 (気象庁)

次に、新潟西、伏木富山の観測潮位を図 1.3-5、1.3-6 に示す。

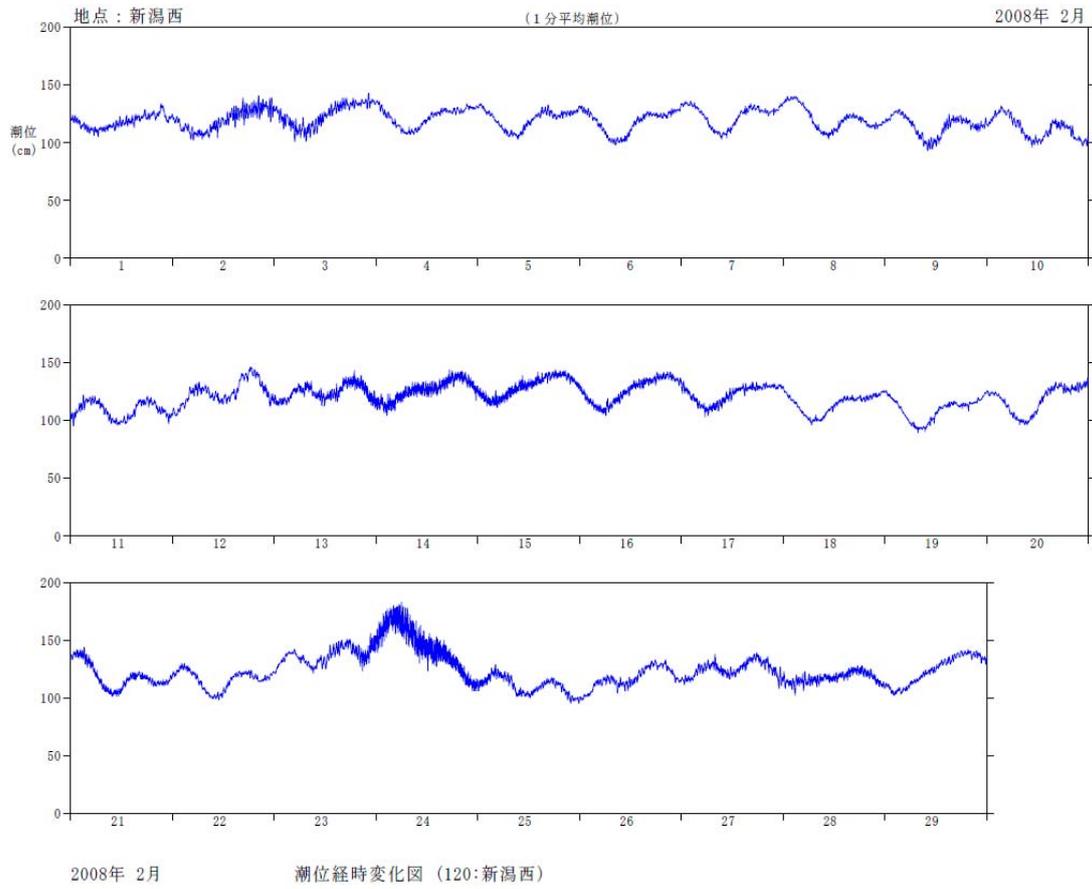


図 1.3-5 新潟西の観測潮位 (港湾局より)

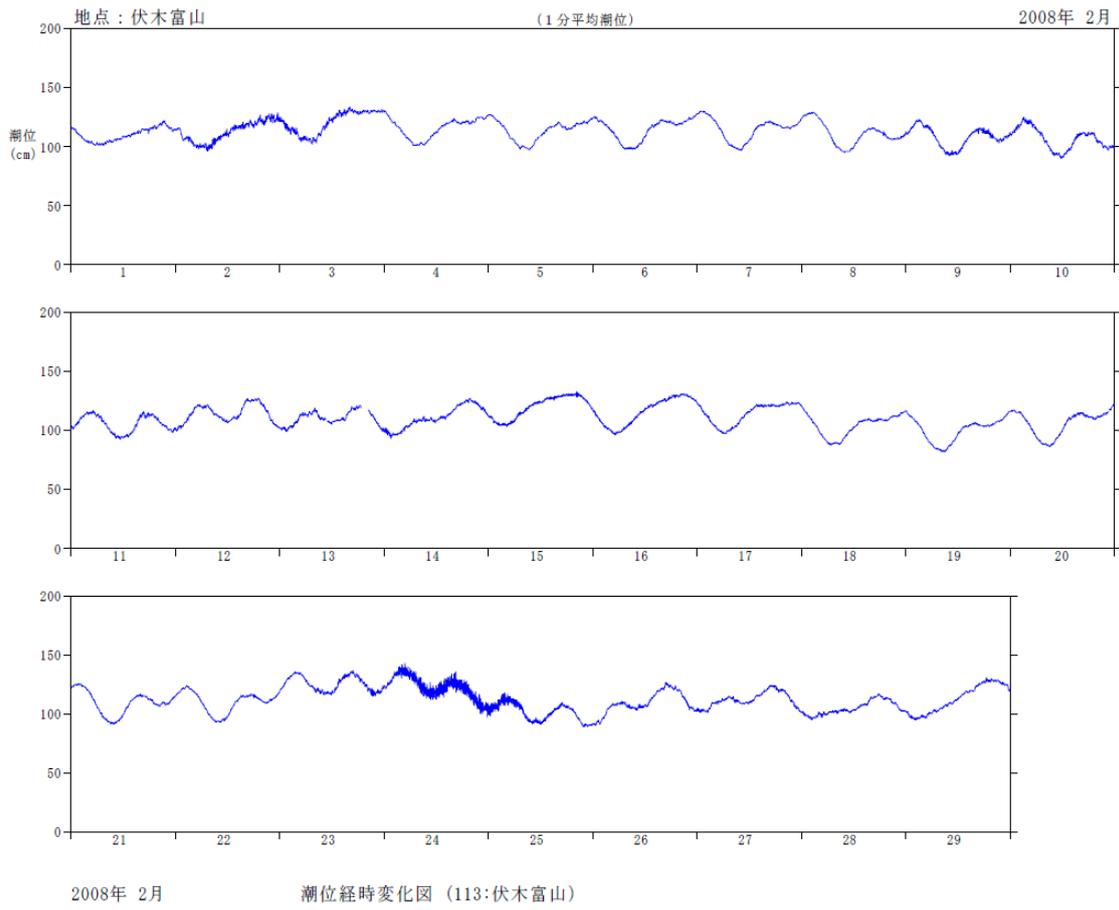


図 1.3-6 伏木富山の観測潮位 (港湾局より)

参 考

中山委員より

入善の災害の再現に関して

今回の波浪及び潮位には以下に特徴がある。

(1) 日本海全域で連風したことによって、波浪が異常に発達した。

(2) 関連して、周期も長くなった。特に富山県の領域で周期の長い波浪となった。波浪の周期別成分を見ると、15~30秒までの波浪成分が伏木富山(2/24,14:00)で最大2.88mとなっており、波浪も長周期側にシフトしていることがわかっている。

(3) 潮位も気圧低下、吹き寄せ等により高めに推移した。

(4) 潮位の記録から、数分から数十分の長周期波が発現していた。2/24の区間統計で有義波高換算すると0.27m程度となった(スペクトル積分値から算出 $H_{1/3}=4.01*\sqrt{m_0}$)。この値は約1日間のデータから求めたものであり、長周期波の大きな時間帯ではこれ以上となっていると予想される。

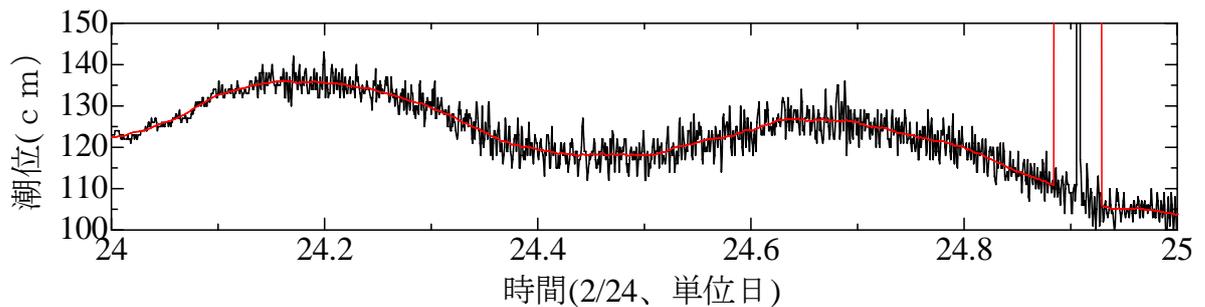


図 1.3-7 伏木富山の水位変動(2/24)

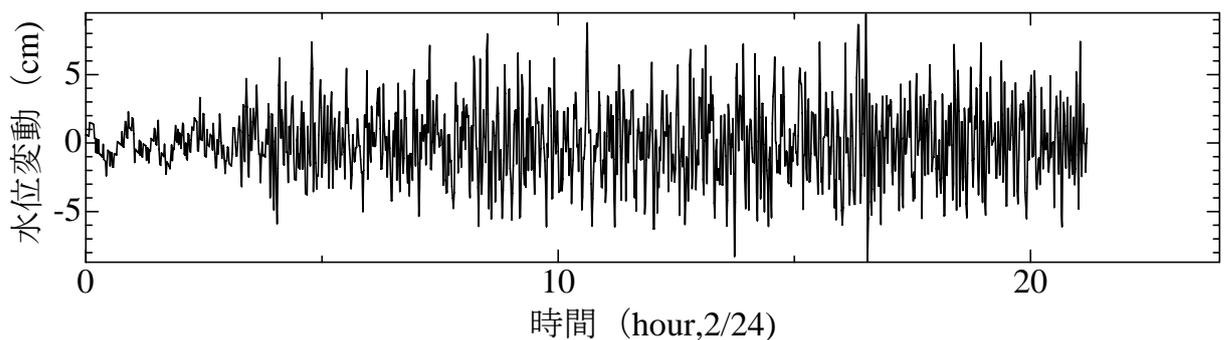


図 1.3-8 潮位変動を除いた伏木富山の水位変動(2/24)

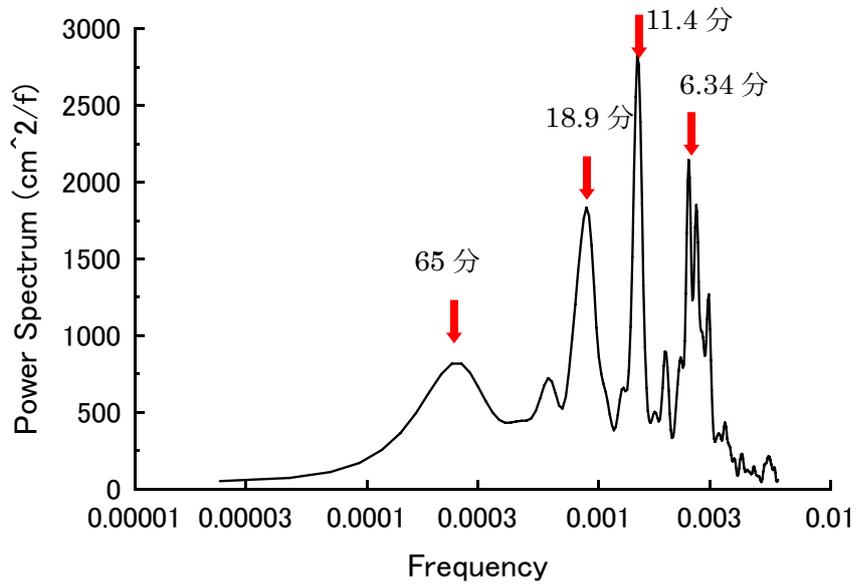


図 1.3-9 伏木富山水位変動（潮汐周期以下）

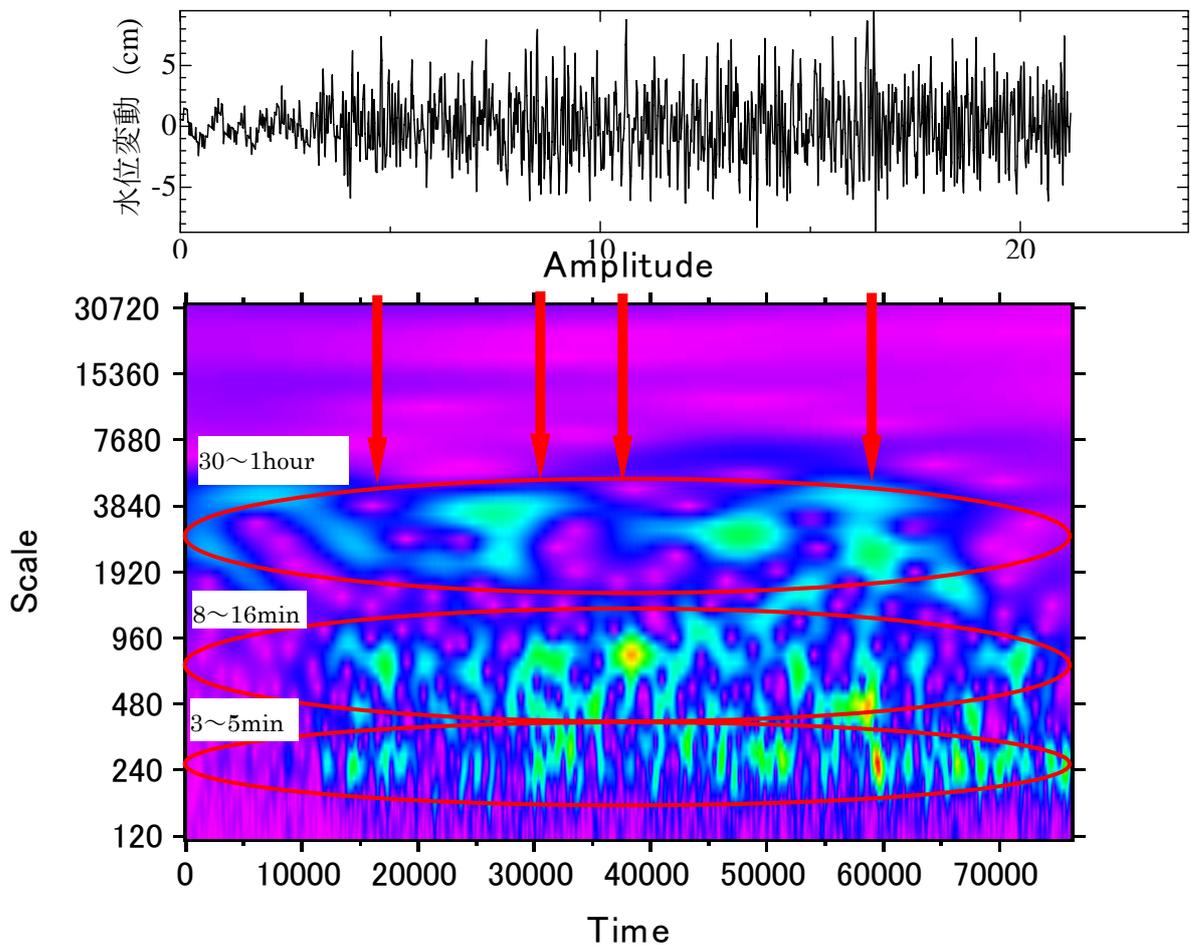


図 1.3-10 伏木富山長周期変動（潮汐周期以下）の非定常スペクトル（2/24）

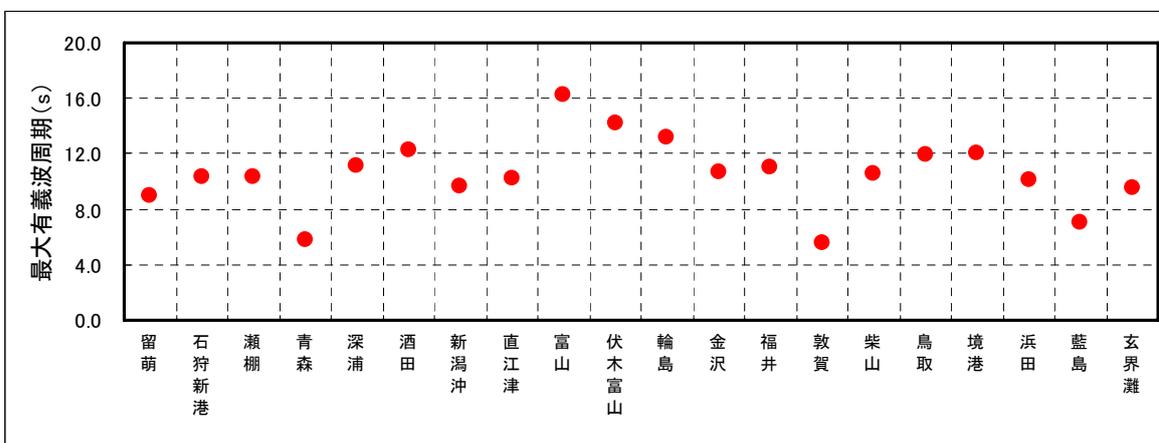
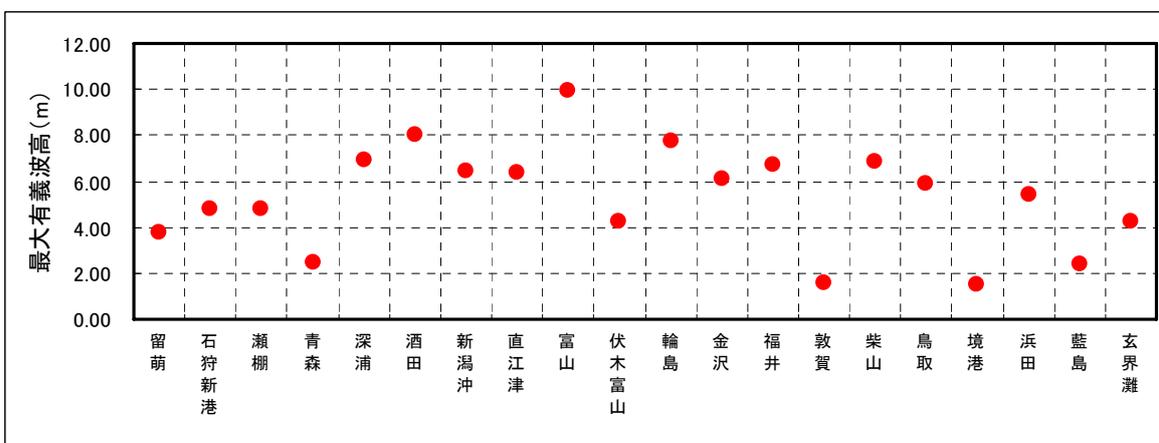
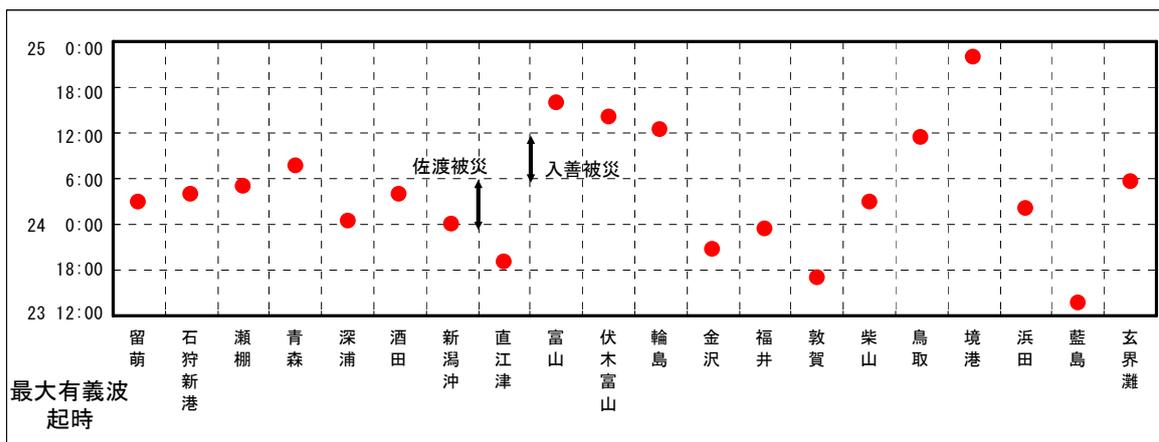


図 1.3-11 日本海の各観測点におけるピーク高波の位相と波高・周期分布 (港湾局より)

※ 2008年 2月20～26日の波高暫定確定値 (2008/03/10時点)

期間：2008年 2月20日～ 2月26日
 — H1/3
 — T1/3
 ⊕ 水圧補足

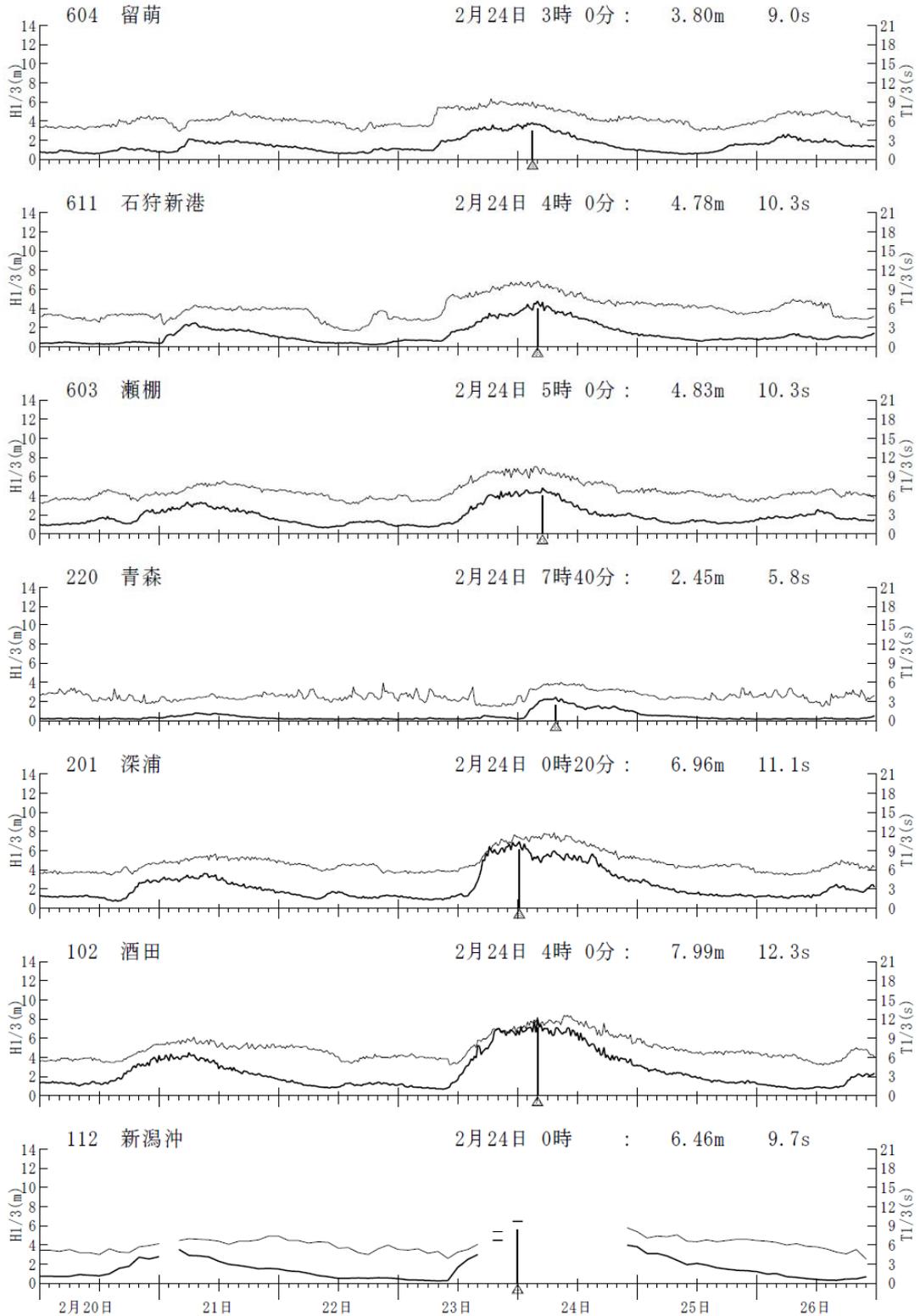


図 1.3-12(1) NOWPHAS で観測された有義波の経時変化図 (港湾局より)

表 1.3-3(1) ナウファスで観測された波向 (2月20日~2月22日)

	留萌	石狩新港	瀬棚	新潟沖	直江津	金沢	福井	柴山	鳥取	浜田	藍島	玄界灘
2008/2/20 0:00	WSW	NW	WSW	ESE	WNW	NNW	NW	NNW	W	NNE	NNW	SE
2008/2/20 1:00	NNE	WNW	WSW		NW	WSW	NNW	NW	WNW		NW	N
2008/2/20 2:00	WSW	WNW	WSW		NNW	SW	W	NNW	WNW	N	NW	NNE
2008/2/20 3:00	WSW	WNW	WSW		WNW	SW	SW	WNW	WNW		NW	N
2008/2/20 4:00	WNW	WNW	WSW		NNW	NW	W	NW	WNW	W	WNW	NE
2008/2/20 5:00	WSW	WNW	WSW		W	NW	W	NW	N		NW	ENE
2008/2/20 6:00	W	WNW	WSW		W	WSW	NW	WNW	WNW	NW	NW	ENE
2008/2/20 7:00	W	WNW	WSW		WNW	NW	WNW	NNW	WNW		NNW	ENE
2008/2/20 8:00	W	NW	WSW		W	NNW	NW	NNW	N	NW	NNW	NE
2008/2/20 9:00	W	WNW	W		W	WSW	W	NW	NNW		WNW	ENE
2008/2/20 10:00	WSW	NW	W		W	W	W	WNW	WNW	WNW	NW	NE
2008/2/20 11:00	WSW	WNW	W		W	W	W	NW	WNW		WNW	E
2008/2/20 12:00	N	W	W		W	W	NW	NW	W	NW	WNW	W
2008/2/20 13:00	N	W	W		W	WSW	W	NW	WNW		NNW	SSE
2008/2/20 14:00	WSW	WNW	W		W	W	W	WNW	WNW	NNW	NW	SE
2008/2/20 15:00	WSW	WNW	W				NW	WNW	WNW		NW	SE
2008/2/20 16:00	WSW	WNW	W		W		W	WNW	WNW	NW	NW	NNW
2008/2/20 17:00	WSW	WNW	W		W		W	NW	WNW		NW	NNE
2008/2/20 18:00		WNW	W	SSW	W	NW	NW	NNW	WNW	WNW	NW	NNW
2008/2/20 19:00	WSW	NW	W		NNW			NW	NNW	WNW	NNW	W
2008/2/20 20:00	WSW	NW	W	ESE	WNW	WNW	NW	NNW	NNW	NNW	NW	NNW
2008/2/20 21:00	WSW	WNW	W		NW	NW	WNW	NNW	N		NW	NNW
2008/2/20 22:00	W	NW	W	NW	NW	NNW	WNW	NNW	NNW	N	NNW	NNE
2008/2/20 23:00	W	WNW	W		NW	WNW		NNW	NNW		NNW	N
2008/2/21 0:00	W	WNW	W		NW	WNW	WNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
2008/2/21 1:00	WSW	E	W		WNW	WNW	NW	NNW	NNW		NNW	N
2008/2/21 2:00	SW	WNW	W		NNW	W	NNW	NW	NNW	NNW	NW	NNE
2008/2/21 3:00	WSW	WNW	W		NW	NW	NW	NNW	N		NNW	N
2008/2/21 4:00		WNW	WNW		NNW	NNW	W	NNW	NNW	NNW	N	NNE
2008/2/21 5:00	NW	WNW	W		NNW	NW	WNW	NNW	NNW		NNW	N
2008/2/21 6:00	NW	NW	W		NNW	NW	WNW	NNW	NW	NNW	NNW	N
2008/2/21 7:00	NW	NNW	W		NNW	NW	WNW	NNW	NNW		NNW	NNW
2008/2/21 8:00	NNW	NNW	W	NNW	NW	NNW		NNW	NW	NNW	NNW	N
2008/2/21 9:00	NNW	NNW	W		NW	NW	NNW	NNW	NNW		NNW	N
2008/2/21 10:00		NNW	W		NW	NNW	N	NNW	N	NNW	NW	N
2008/2/21 11:00		NNW	W		NW	NW	NW	N	N		NW	N
2008/2/21 12:00	NNW	NNW	W		NW	NE	NNW	N	N	NNE	NW	N
2008/2/21 13:00	NNW	NW	W		NW	NNW	NW	N	NNE		NW	N
2008/2/21 14:00		WNW	W		NW	NW	NNW	N	N	N	NNW	N
2008/2/21 15:00	WSW	WNW	W		NW		NNW	N	N		NNW	NNE
2008/2/21 16:00		WNW	WNW		NW	NNW	NNW	NNE	N	N	NNW	NNE
2008/2/21 17:00	WSW	WNW	WNW		NW	NNW	NNW	N	NNW		NNW	NNE
2008/2/21 18:00	WSW	WNW	W	NNW	NW	NW	NNW	N	N	NNE	NNW	N
2008/2/21 19:00	W	NNW	W		NW	NW	NNW	NNW	N		NNW	NNE
2008/2/21 20:00	WSW	WNW	WNW	NW	NW	NW	NNW	N	N	N	NNW	NNW
2008/2/21 21:00	WSW	WNW	W		NW	NNW	NNW	N	N		NNW	NNE
2008/2/21 22:00	W	NNW	WNW	NW	NW	NW	NNW	N	N	NNE	NNW	WNW
2008/2/21 23:00	W	NNW	W		NW	NW	NNW	N	N		W	NNE
2008/2/22 0:00	W	WNW	W	NNW	NW	NNW	NW	NNE	N	NNE	W	NNE
2008/2/22 1:00	WSW	WNW	W		NW	NNW	NNW	NNE	NNW		WNW	S
2008/2/22 2:00		WNW	W		NNW	NNW	NNW	N	N	NNE	W	NNE
2008/2/22 3:00		WNW	W		NNW	NW	NNW	N	N		WNW	S
2008/2/22 4:00	WSW	WNW	W		NNW	NNW	N	N	N	NW	W	NNE
2008/2/22 5:00		WNW	W		NNW	NNW	NNW	NNE	N		WNW	N
2008/2/22 6:00	WSW	WNW	W		NNW	NNW	NNW	N	N	SW	WNW	NNE
2008/2/22 7:00		WNW	W		NNW	NNW	N	N	NNW		W	NNE
2008/2/22 8:00		WNW	W		NNW	NW	N	NNE	N	WNW	WNW	NNE
2008/2/22 9:00		NW	W		NNW	NNW	NNW	NNE	N		W	NNE
2008/2/22 10:00	WSW	WNW	W		NW	NNW	NW	NNE	WNW	WSW	NW	N
2008/2/22 11:00		N	WSW		NW	WNW	NNW	WNW	WNW		W	NE
2008/2/22 12:00		WNW	WSW	W	WSW	NNW	WNW	WNW	WNW	WNW	W	N
2008/2/22 13:00		NNE	WSW		W	SW	NW	WNW	WNW		WNW	N
2008/2/22 14:00		SW	WSW		W	WSW	WSW	NNW	WNW	NE	W	NNE
2008/2/22 15:00		WSW	WSW		W	WSW	W	WNW	WNW		WNW	NNE
2008/2/22 16:00		WSW	WSW		W	WSW	W	NW	WNW	W	NNW	NE
2008/2/22 17:00		WNW	WSW		WNW	WNW	W	NW	WNW		E	NNW
2008/2/22 18:00		NNE	WSW		W	WNW						
2008/2/22 19:00		NNW	WSW		WNW	NW	NW	NNW	NNW		NNW	ENE
2008/2/22 20:00		WNW	WSW	WNW	NW	W	NW	NNW	NNW	W	WNW	NW
2008/2/22 21:00		WNW	WSW		NW	W	NW	NW	NW		NNW	ENE
2008/2/22 22:00	SW	WNW	SW	NW	NW	W	NW	NW	NNW	NW	WNW	W
2008/2/22 23:00	WSW	WNW	WSW		NW	W	WNW	NNW	NW		N	E

※空白は欠測 (ただし、新潟沖の観測は毎偶数正時毎)

表 1.3-3(2) ナウファスで観測された波向 (2月23日~2月25日)

	留萌	石狩新港	瀬棚	新潟沖	直江津	金沢	福井	柴山	鳥取	浜田	藍島	玄界灘
2008/2/23 0:00	WNW	NW	WSW		NW	WNW	WNW	NNW	NW	WSW	WSW	WNW
2008/2/23 1:00	NNE	WNW	WSW		NNW	WNW	W	NW	WNW		W	ENE
2008/2/23 2:00	WNW	WNW	WSW	NW	WNW	W	NW	NW	NW	NW	WNW	WNW
2008/2/23 3:00	SW	WNW	WSW		WNW	W	NW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW
2008/2/23 4:00		WNW	WSW	NW	NW	WNW	NE	N	WNW	WNW	WNW	NW
2008/2/23 5:00	W		WSW		WNW	WNW	W	N	WNW	WNW	WNW	W
2008/2/23 6:00	WNW		WSW	SSW	NW	W	WSW	N	WNW	W	W	WNW
2008/2/23 7:00		WNW	W		NW	W	WNW	WNW	WNW		WNW	W
2008/2/23 8:00	NNW		W	ENE		WNW		WNW	WNW	NW	WNW	W
2008/2/23 9:00	NNW	NNW	WNW		WSW			WNW	WNW		NW	NW
2008/2/23 10:00	NNW	NNW	WNW	NNW	W	W	W	WNW	WNW	WNW	WNW	W
2008/2/23 11:00	NNW	NNW	NW				WNW		WNW		WNW	NNW
2008/2/23 12:00	NNW	NNW	NW			WNW	W		WNW	NW	WNW	W
2008/2/23 13:00	NNW	NNW	NW		NW	WNW	W	NNW	WNW		WNW	NNW
2008/2/23 14:00	NNW	NNW	NW	NW	WNW	NW	W	NW	NNW	NNW	NW	WNW
2008/2/23 15:00	NNW	NNW	NW		NW	WNW	W	NW	WNW		NW	N
2008/2/23 16:00	NNW	NNW	NW		NW		WNW	NNW	N	NNW	NW	NNE
2008/2/23 17:00	NNW		NW			WNW	WNW	NNW	NNW		NNW	NNE
2008/2/23 18:00			NW			WNW	WNW	NNW	NNW	NW	NNW	W
2008/2/23 19:00	NNW	NNW	NW			NW	NW	NNW	NNW		NNW	NNE
2008/2/23 20:00	NNW	NNW	NW			NNW	NW	N	NNW	NNW	NNW	NNE
2008/2/23 21:00	NNW	NNW	NW			NE	NNW	NNW	N	NNW	NNW	N
2008/2/23 22:00	NNW	NNW	NW		NW	NNW	NNW	NNW	N	NNW	NNW	N
2008/2/23 23:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	NNW	NNW		NNW	NNE
2008/2/24 0:00	NNW	NNW	NW			WNW	NW	N	N	NNE	NNW	N
2008/2/24 1:00	NNW	NNW	NW			NNW	NNW	NNW	N		NNW	NNE
2008/2/24 2:00	NNW	NNW	NW			NE	NW	NNW	N	N	NNW	N
2008/2/24 3:00	NNW	NNW	NW			NW	NW	NNW	N		NNW	NNE
2008/2/24 4:00	NNW	NNW	NW				NW		NNW	NNE	NNW	NNE
2008/2/24 5:00	N	NNW	NW		NNW		NW	NNW	N		NNW	N
2008/2/24 6:00	N	NNW	NW		NNW	NNW	NW	NNW		N	NNW	N
2008/2/24 7:00	NNW		NW		NNW	NW	NNW	N	N		NNW	N
2008/2/24 8:00		NNW	NW		NNW	NNW	NNW	N	N	NNE	NW	N
2008/2/24 9:00	NNW	NNW	NW		NNW	NW	NW	N	NNW		NNW	NNE
2008/2/24 10:00	NNW	NNW	NW		NNW	NW	NW	N	NNW	NNE	NW	NNE
2008/2/24 11:00	NNW	NNW	NW		NNW	NW	NNW	N	N		NW	NNE
2008/2/24 12:00	NNW	NNW	NW		NNW	NW	NNW	N	NNW	N	NNW	NNE
2008/2/24 13:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	N	N		NNW	
2008/2/24 14:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NW	NNE	NNW	N	NNW	N
2008/2/24 15:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	N	NNW		NNW	NNE
2008/2/24 16:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	NNE		N	NNW	N
2008/2/24 17:00	NNW		NW		NNW	NNW	NNW	NNE			NNW	N
2008/2/24 18:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	N	N	NNE	NNW	N
2008/2/24 19:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	N	N		NNW	NNE
2008/2/24 20:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	NNE	N	N	NNW	NNE
2008/2/24 21:00	NW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	NNE	NNE		NNW	NNE
2008/2/24 22:00	NNW	NNW	NW		N	NNW	NNW	NNE	N	N	NNW	NNE
2008/2/24 23:00	NNW	NNW	NW		N	NNW	NNW	NNE	N		NNW	NNE
2008/2/25 0:00		NNW	NW		N	NNW	NNW	NNE	N	N	NW	NNE
2008/2/25 1:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	NNE	N		NNW	N
2008/2/25 2:00	NW	NNW	NW		NNW	NNW	NNW	NNE	N	N	NNW	NNE
2008/2/25 3:00	NNW	NNW	NW		NNW	NNW	N	NNE	NNE		NNW	NNE
2008/2/25 4:00	NNW	NNW	NW		N	NNW	NNW	NNE	N	N	NNW	NNE
2008/2/25 5:00		NNW	WNW		NNW		NNW	NNE	NNE		NNW	NNE
2008/2/25 6:00		NNW	NW		NNW	NNW	NNW	NNE	N	NNE	NNW	NNE
2008/2/25 7:00		N	NW		N	NNW	NNW	N	N		NNW	NNE
2008/2/25 8:00		NNW	WNW		N	NNW	NNW	NNE	N	NNE	NNW	NNE
2008/2/25 9:00		NNW	WNW		NNW	NNW	NNW	NNE	N		NNW	NNE
2008/2/25 10:00		NW	WNW		N	NNW	NNW	NNE	N	NNE	NNW	NNE
2008/2/25 11:00		NNW	WNW		NNW	NNW	NNW	NNE	NNE		NW	NNE
2008/2/25 12:00		N	WNW		NNW	NNW	NNW	NNE	NNE	NNE	NNW	NNE
2008/2/25 13:00		N	WNW		N	NNW	NNW	NNE	NNE		NNW	NNE
2008/2/25 14:00		N	WNW		NNW	NNW	NNW	N	NNE	NNE	N	NNE
2008/2/25 15:00		WNW	WNW		NNW	NNW	NNW	NNE	NNE		NNW	NNE
2008/2/25 16:00		NW	WNW	NNW	NW		NNW	NNE	NE	N	NNW	NNE
2008/2/25 17:00		NW	WNW		NW	NNW	NNW	NNE	NNE		NNW	NNE
2008/2/25 18:00	W	WNW	WNW	NNW	NNW	NW	NNW	NNE	NNE	N	NNW	NNE
2008/2/25 19:00	W	NW	W		NW	NNW	NNW	N	N		NNW	NNE
2008/2/25 20:00	W	NW	W		NNW	NNW	N	NNE	NNE	NNE	NW	NNE
2008/2/25 21:00	W	WNW	W		NW	NNW	NNW	NNE	NE		NW	NNE
2008/2/25 22:00	W	NW	W	NW	NNW	NNW		NNE	NNE	NNE	NNW	NNE
2008/2/25 23:00	W	NW	W		NW	NNW	NNW	NNE	NNE		NW	NNE

※空白は欠測 (ただし, 新潟沖の観測は毎偶数正時毎)

表 1.3-3(3) ナウファスで観測された波向 (2月26日)

	留萌	石狩新港	瀬棚	新潟沖	直江津	金沢	福井	柴山	鳥取	浜田	藍島	玄界灘
2008/2/26 0:00	WNW	WNW	W	NNW	NNW	NW	NNW	N	NNE	NNE	NNW	NNE
2008/2/26 1:00	WSW	WNW	W		NNW	NNW	NNW	NNE	NNE		NNW	NNE
2008/2/26 2:00	W	WNW	W		NNW	NNW	NNW	N	NNE	NNE	NNW	NNE
2008/2/26 3:00	WSW	NW	W		NNW	NNW	N	N	NNE		NNW	NNE
2008/2/26 4:00		WNW	W	NNW	NNW	NNW	NNW	NNE	NNE	NNE	NW	NNE
2008/2/26 5:00	W	WNW	W		NNW	NNW	N	N	NNE		N	NNE
2008/2/26 6:00	WSW	WNW	W		NNW	WSW	NNW	NNE	NNE	NNE	NNW	NNE
2008/2/26 7:00	WSW	WNW	W		NNW	WSW	NNW	N	NE			NNE
2008/2/26 8:00	W	WNW	WNW		N	WSW	N	N	NNE	NNE	NE	NNE
2008/2/26 9:00	W	NW	W		NNW	WSW	SW	NNE	NE		N	NNE
2008/2/26 10:00		WNW	W	ESE	N	W	WSW	NNE	NNE	NNE	N	NE
2008/2/26 11:00	WSW	WNW	W		WNW	W	W	NNE	NNE		WSW	NNE
2008/2/26 12:00	WSW	WNW	WSW		W	WSW	W	NE	NNE	W	WNW	NNW
2008/2/26 13:00		WNW	W		NNW	WSW	NNW	NNE	N		WNW	WNW
2008/2/26 14:00	WSW	WNW	W		NNW	WSW	WNW		ENE	NNW	WNW	SSE
2008/2/26 15:00	WSW	WNW	WSW		NNW		WSW	NNE	E		NW	WNW
2008/2/26 16:00	WSW	WNW	WSW		NNW	WSW	W	NNW	ENE	N	WNW	NNW
2008/2/26 17:00	WSW	WNW	WSW		WNW	W	SW	NNW	ENE		NW	NNW
2008/2/26 18:00	W	WNW	WSW		WNW	WSW	NNW	NNW	NNW	NNE	NW	NNW
2008/2/26 19:00	N	WNW	WSW		SSW	W	WSW	NNW	WNW		NNW	NNW
2008/2/26 20:00	WSW	WNW	WSW		W	SW	WNW	NNW	WNW	NNE	NW	NNW
2008/2/26 21:00	NNE	WNW	WSW		W	SW	W	NW	NNW		NW	W
2008/2/26 22:00	W	NW	WSW		W	NNW	W	WNW	NNW	NNW	NW	NNW
2008/2/26 23:00			WSW		W						NNW	

※空白は欠測 (ただし, 新潟沖の観測は毎偶数正時毎)

直江津と伏木富山について NOWPHAS で観測された周期帯毎の波高の経時変化(速報値)を図 1.3-13 に示す。直江津では、初期は短周期成分の波高が支配的だが、2/24 過ぎくらいから長周期成分波高が卓越してきており、風波とうねり性波浪の来襲に位相差があることが推定される。伏木富山では短周期成分と長周期成分の増幅が同時期に始まっていることから、うねり性波浪が強く影響しており、エネルギーとしては長周期成分の方が大きくなっていることが推測される。

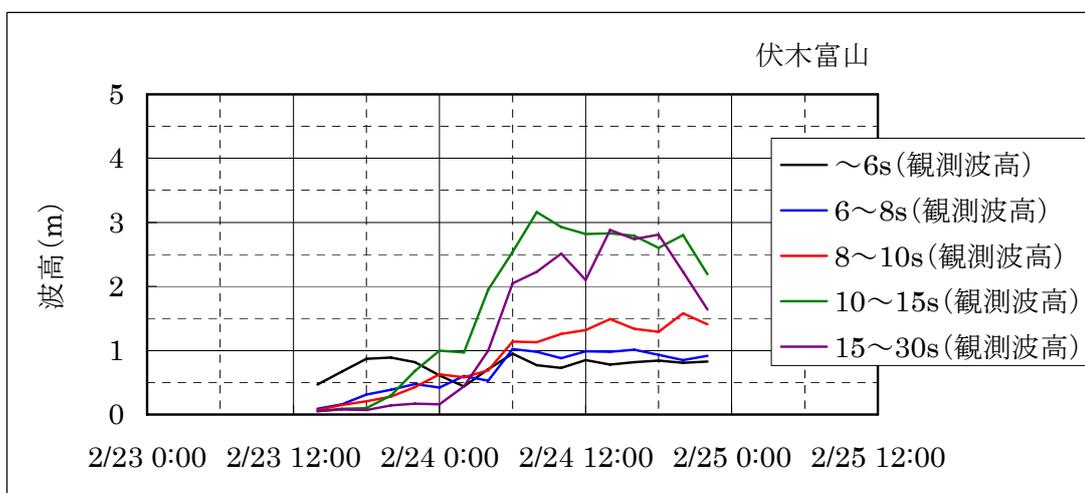
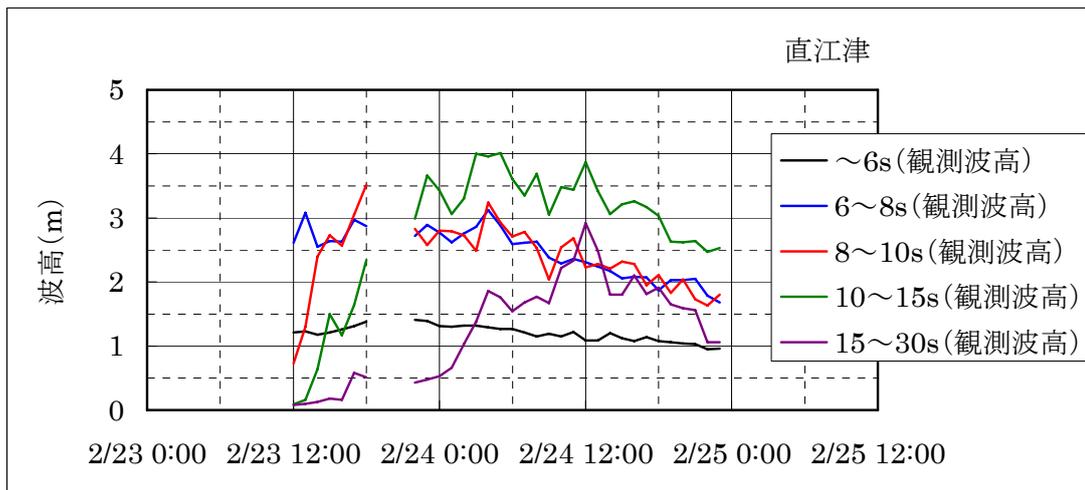


図 1.3-13 NOWPHAS で観測された周波数別波高の変化図 (直江津, 伏木富山)

田中、石田で観測された波浪を図 1.3-14(1), (2)に示す。なお、田中観測所の波浪データは、24日のピーク時には超音波波高計データが欠測しており、水圧式波高計データから補完した値である。田中では最大有義波高 6.62m、周期 13.9s を記録している。

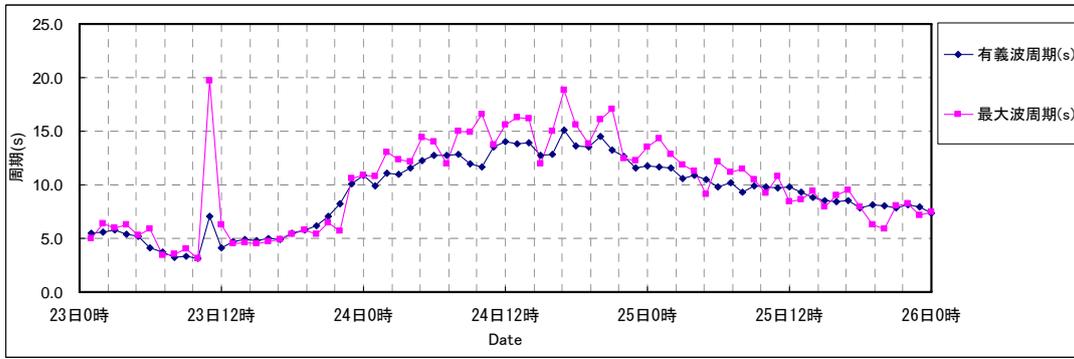
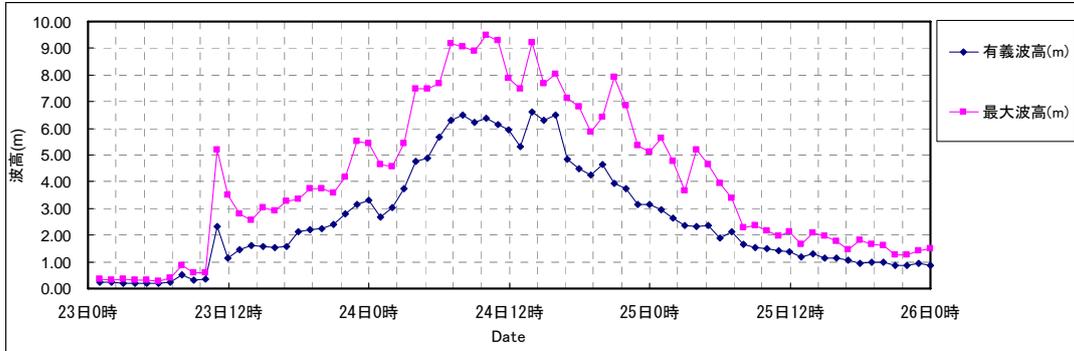


図 1.3-14(1) 田中 (2月23日~2月25日) (河川局より)

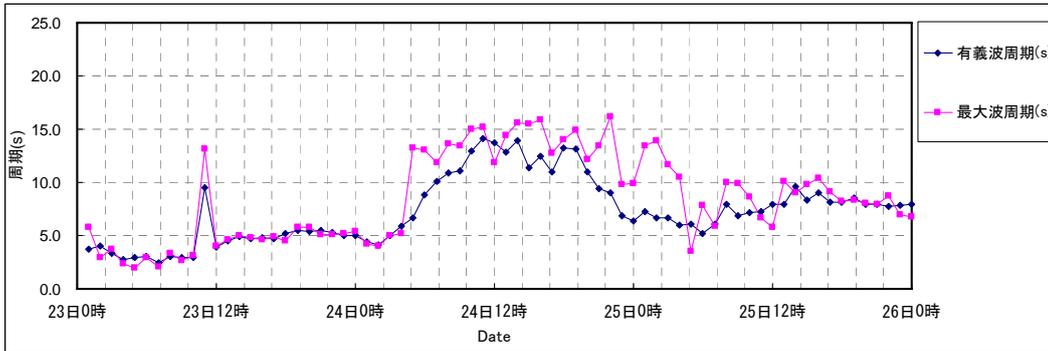
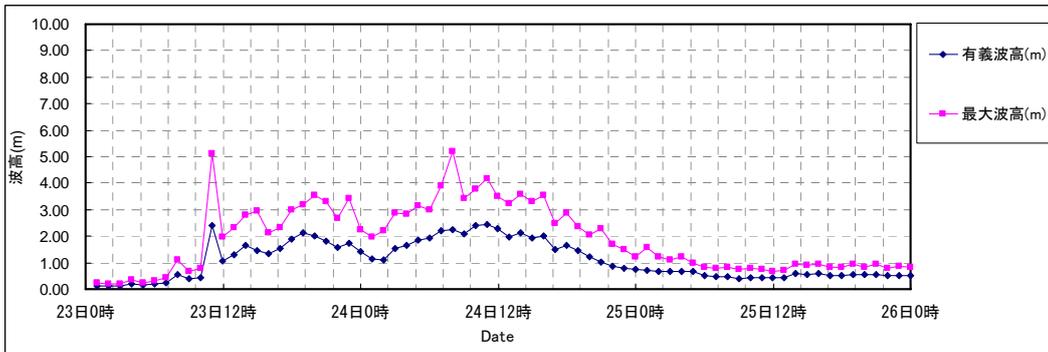
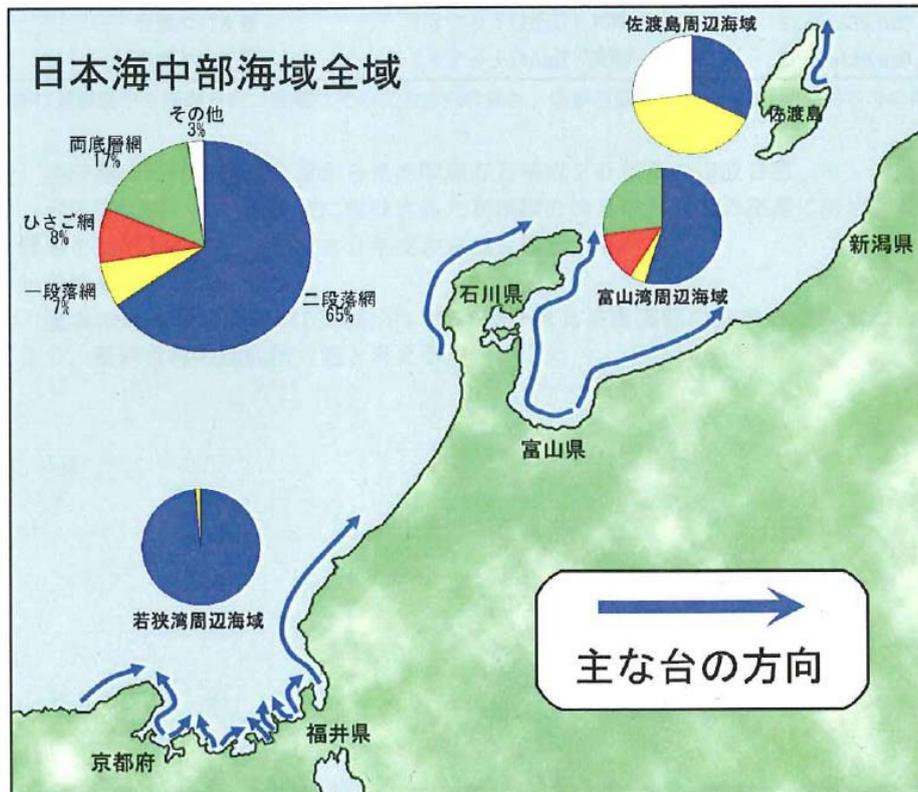


図 1.3-14(2) 石田 (2月23日~2月25日) (河川局より)

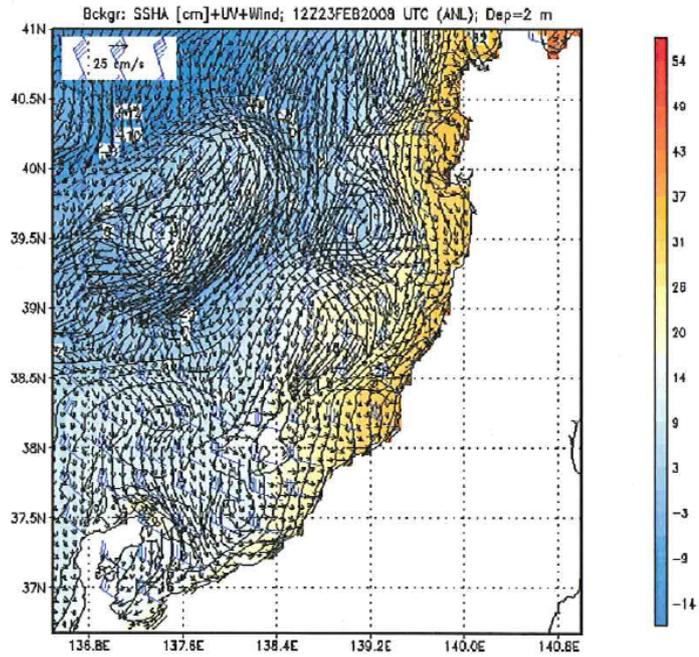
(4) 富山湾内の流れについて

日本海の能登半島東側では、台風や発達した低気圧により度々強い海流（急潮）が発生することが報告されている。2月23日から24日にかけても、九州大学応用力学研究所が開発した海洋循環モデル RIAMOM による計算によると、富山湾中央部で 60cm/s にも達する南向きの流れが発生している。また、流れの変動周期は富山湾周辺の慣性振動周期に近い約 20 時間程度であった。



max_z=43.7
 min_z=-16.6
 ova_z=9.8
 std_z=12.2
 max_uv=138.7
 ova_uv=28.4
 std_uv=19.9

2008/2/23 21JST



max_z=50.6
 min_z=-8.1
 ova_z=18.6
 std_z=11.3
 max_uv=88.1
 ova_uv=20.2
 std_uv=13.6

2008/2/24 03JST

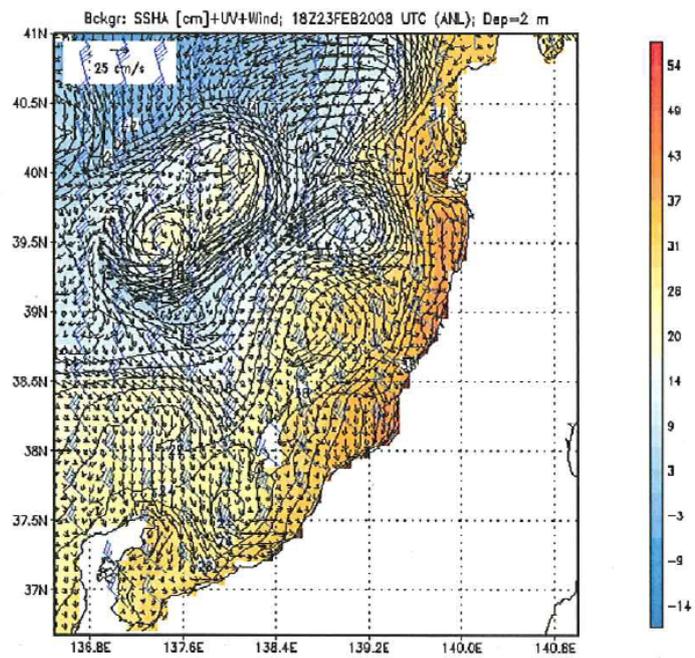
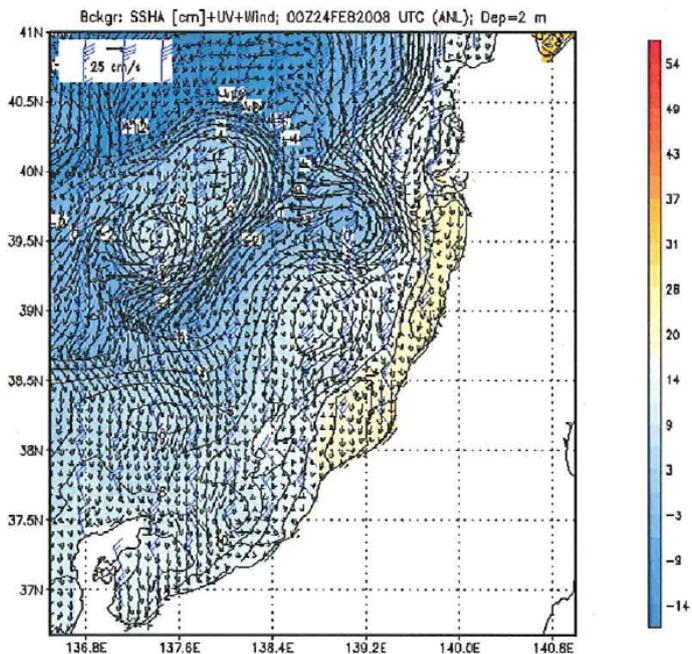


図 1.3-15(1) 流動計算結果

(九州大学応用力学研究所による日本海海況予報実験より)

max_z=37.7
 min_z=-17.0
 ovs_z=5.2
 std_z=9.7
 max_uv=82.7
 ovs_uv=18.7
 std_uv=12.6

2008/2/24 09JST



max_z=21.2
 min_z=-17.1
 ovs_z=3.8
 std_z=9.1
 max_uv=75.7
 ovs_uv=18.1
 std_uv=12.2

2008/2/24 15JST

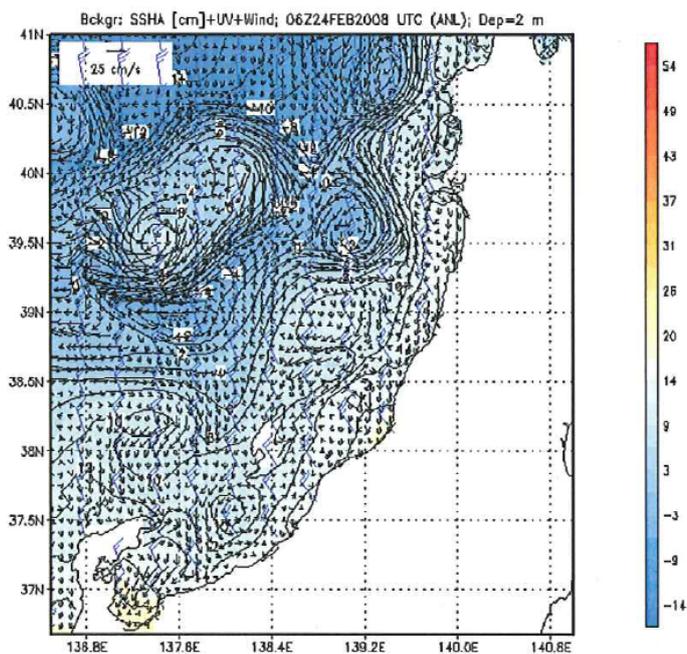


図 1.3-15(2) 流動計算結果

(九州大学応用力学研究所による日本海海況予報実験より)

max_v=12.8
min_v=-56.8
qcd_nm=3.7
std_v=9.6

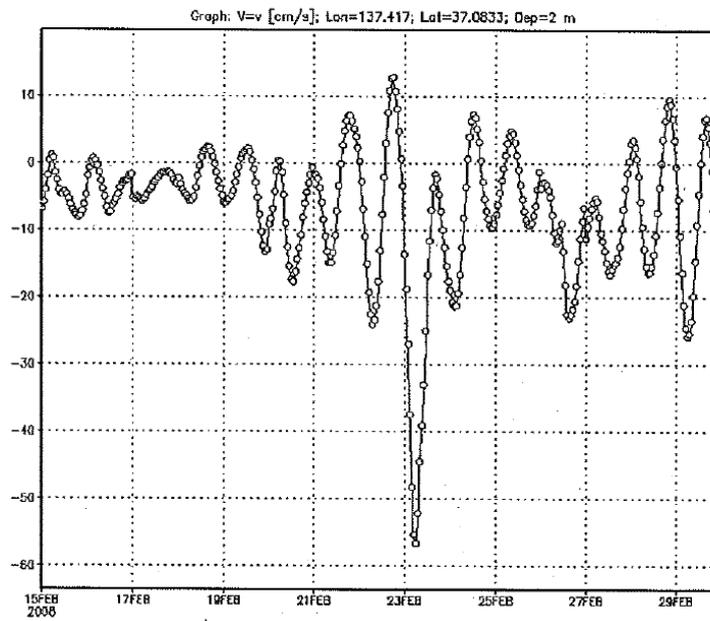


図 1.3-16 富山湾中央部における海洋表面の海流の南北成分
(九州大学応用力学研究所による日本海海況予報実験より)

2. 1 今回の被災波の特性

波浪観測資料に基づく今回の擾乱の高波分布は以下の通りである。

表 2.1-1 2008年2月24日の高波一覧（3月10日波高暫定確定、港湾局より）

解析期間：2008年2月20日～26日 ※ 波高暫定確定値（2008/03/10時点）

CODE	地点名	最大有義波および対応最高波				既往最大有義波および対応最高波（2006年まで）				発生要因			
		起 時	H1/3(m)	T1/3(s)	Hmax(m)	Tmax(s)	波向(°)	H1/3(m)	T1/3(s)		Hmax(m)	Tmax(s)	
1	留萌	24日 3時 0分	3.80	9.0	7.32	8.3	335	7.83	10.6	—	—	04年 9月 8日 14時	台風0418号
2	石狩新港	24日 4時 0分	4.78	10.3	6.89	8.8	335	6.00	10.8	6.82	11.7	04年12月17日 4時20分	冬型気圧配置
3	瀬棚	24日 5時 0分	4.83	10.3	7.39	9.9	316	9.43	12.9	15.46	13.2	95年11月 9日 8時	冬型気圧配置
4	青森	24日 7時40分	2.45	5.8	5.35	5.8	—	2.64	5.8	4.31	5.3	06年10月 7日 16時40分	南岸低気圧
5	深浦	24日 0時20分	6.96	11.1	9.49	9.4	—	10.36	14.5	14.53	13.5	04年11月27日 6時	冬型気圧配置
6	酒田	24日 4時 0分	7.99	12.3	10.57	14.7	欠測	10.65	13.8	13.92	13.2	04年11月27日 6時	冬型気圧配置
7	新潟沖	24日 0時	6.46	9.7	10.20	10.4	欠測	8.48	7.9	—	—	05年12月22日 12時	冬型気圧配置
8	直江津	23日19時 0分	6.40	10.2	8.23	10.9	欠測	9.24	12.6	12.93	11.5	03年12月20日 16時	冬型気圧配置
9	富山	24日16時	9.92	16.2	—	—	欠測	6.75	8.3	—	—	04年10月20日 22時	台風0423号
10	伏木富山	24日14時	4.22	14.2	6.49	14.8	欠測	6.53	8.4	—	—	04年10月20日 22時	台風0423号
11	輪島	24日12時20分	7.73	13.2	—	—	欠測	7.62	12.0	12.49	11.9	03年12月20日 18時	冬型気圧配置
12	金沢	23日20時40分	6.10	10.7	9.23	11.0	323	8.14	10.3	—	—	01年12月15日 6時	冬型気圧配置
13	福井	23日23時20分	6.70	11.0	10.92	11.3	0	7.79	13.2	10.10	11.8	81年12月 2日 6時	冬型気圧配置
14	敦賀	23日17時 0分	1.61	5.6	2.60	7.7	—	1.62	5.8	2.26	4.2	06年12月29日 5時20分	冬型気圧配置
15	柴山	24日 3時 0分	6.88	10.6	12.16	10.8	344	6.77	11.5	10.34	12.7	05年12月 6日 12時	冬型気圧配置
16	柴山(港内)	24日14時	2.15	12.1	3.51	15.2	—	2.60	9.4	—	—	04年10月20日 18時	台風0423号
17	鳥取	24日11時20分	5.89	11.9	11.15	13.4	348	7.54	11.3	10.18	12.3	90年12月11日 23時	日本海低気圧及び冬型気圧配置
18	境港	24日22時	1.48	12.1	2.00	12.1	—	3.22	10.8	4.06	10.1	04年10月21日 0時	台風0423号
19	浜田	24日 2時	5.39	10.1	7.79	10.0	4	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	藍島	23日13時40分	2.37	7.0	3.83	8.2	323	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	玄界灘	24日 5時40分	4.24	9.6	6.21	8.8	12	8.03	9.7	—	—	04年 8月30日 18時	台風0416号

備考) 秋田は、全欠測。

2. 2 寄り回り波等の特性と過去の事例

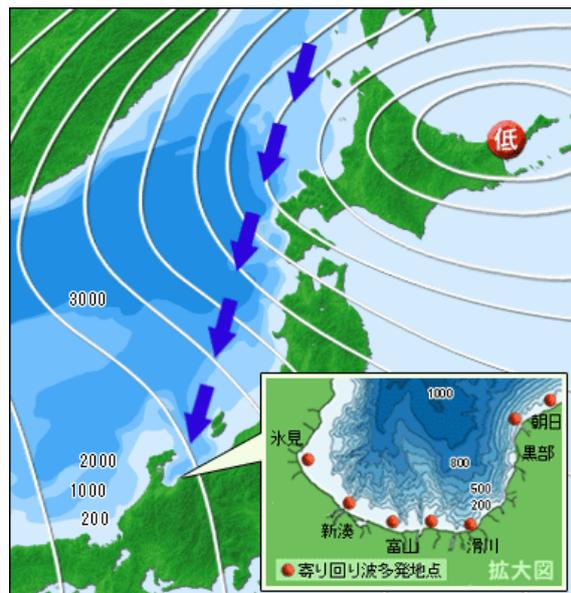
既往の文献を調査することによって、寄り回り波等の特性（発生機構及び性質）をまとめた結果を表 2.2-1 に示す。また、このとりまとめに用いた文献の要旨を、参考資料 1 に収録した。

表 2.2-1 寄り回り波等の特性

寄り回り波：富山湾他で発生する波（時間遅れの異常波）				
発生時期		9月～4月		
発生回数		年に約3回程度		
発生頻度		12～3月に多く発生		
発生源	海域			
	間宮海峡から北海道西方海上			
	気象	気圧配置	西高東低（冬型気圧配置）	
		風	北ないし北東の強風	
海象	発生波	風波	北海道西方海上の強風域で発生	
	伝播波	うねり	日本海を南下 → 富山湾他 1日程度	
湾内特性	発生時	気象	穏やか	低気圧通過後、半日から1日遅れ 風速小さい
		海象	静か	波浪小さい
	海象	進入波	日本海を南下してきた伝播波	富山湾湾口等より入射（波向：N～NE）
		地形の影響	湾内の水深が深い	深海波の性質 エネルギー損失少の伝播に格好の条件
			複雑な地形による局所的な高波	深海域から浅海域への侵入 → 波高の増加 複雑な等深線による屈折 → 波エネルギー収束、発散
	発生波	うねり性の大波	波高：3～5m程度 周期：10～12s程度	
主な発生場所		氷見、新湊、入善、滑川 庄川、神通川、常願寺川河口近くの沿岸		

- (1) 財団法人日本気象協会(1989)：気象海象要覧 日本海 主として北陸海域
- (2) 磯崎一郎（発行年不明）：波浪学入門，財団法人日本船舶職員養成協会
- (3) 磯崎一郎・齋藤勝也(1991)：日本海の波浪特性，財団法人日本気象協会
- (4) 内藤信二・歌川紀之・西村仁嗣・武若聡(1999)：日本海沿岸における寄り回り波の性状に関する研究，土木学会題54回年次学術講演会論文集
- (5) 国土交通省北陸地方整備局(1997)：けんせつほくりく，No336，1997年12月号
- (6) 富山地方気象台の資料（参照されているHPのアドレスは、現在存在しない）

取りまとめ結果によると、一般的な寄り回り波の周期は10～12秒程度であるが、今回来襲した寄り回り波の周期は伏木富山で14.2秒と長く、このことから、今回の寄り回り波が、従来の寄り回り波と比較しても特異な現象であったことが推察できる。



【<http://www.city.shinminato.toyama.jp/weather/harou/help/nami.htm>より抜粋】

富山湾で過去に発生した寄り回り波による被災事例を表 2.2-2 に示す。

表 2.2-2 過去に発生した寄り回り波による被害

番号	年(西暦)	年(元号)	日付	災害発生地域	内容
1	1926	昭和2	12月19日		
2	1927	昭和3	12月24日		
3	1929	昭和4	1月2日		
4	1935	昭和10	11月12日		
5	1949	昭和24	2月16日		
6	1951	昭和26	11月27-28日		
7	1955	昭和30	10月8-9日		
8	1961	昭和36	1月26-27日		
9	1962	昭和37	1月22-23日		
10	1963	昭和38	1月7-8日	富山湾沿岸一帯	半壊, 浸水
11	1965	昭和40	12月13日		
12	1970	昭和45	2月1-2日	朝日, 入善, 黒部, 滑川	半壊, 浸水
13	1972	昭和47	12月1-2日	朝日, 滑川, 氷見	全壊
14	1979	昭和54	3月31日	滑川	
15	1991	平成3	2月16日	滑川	浸水
16	2008	平成20	2月24日	朝日, 入善, 黒部入善	損壊, 浸水

1～10：富山地方気象台「昭和38年異常気象報告1号」, 北出正清「中央気象台海洋報告, 2巻4号, 1952」

11～16：富山県地域防災計画資料

参考資料 1 寄り回り波について

【参考】

永井ら(2002)：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，海洋開発論文集 18 巻

6. 3 寄りまわり波 (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回り波の観測事例を紹介する。

図6は、寄りま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。

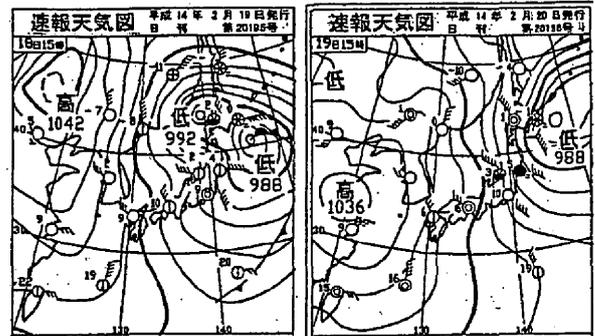


図-6 寄り回り波発生時の天気図

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50m）と、富山湾内に位置する伏木富山港沖の海象計（水深50m）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、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

2m強となっている。しかし、15s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、10-15sの周期帯で最高換算波高1.7m、および15-30s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10s以下のいわゆる風浪成分の発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。

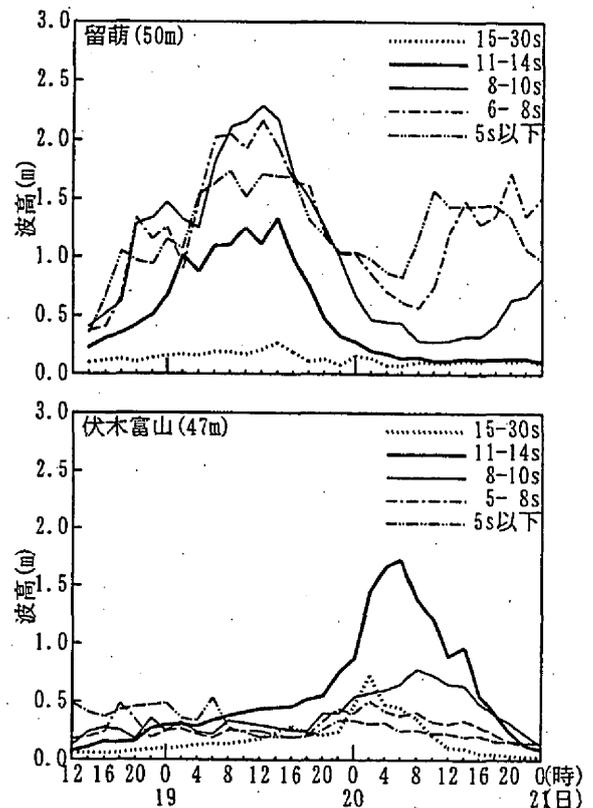


図-7 留萌・伏木富山における波浪の経時変化

寄り回り波等の特性（発生機構及び性質）のまとめに用いた文献の要旨

既往文献において寄り回り波についての記述がある箇所の一部を抜粋して示し、その発生要因や特性等について記述されている部分を赤字で表す。

(1) 「気象海象要覧」より

富山湾は、西方に能登半島を控えた袋状の湾になっており、この地形が、冬季季節風による北西からの波浪を遮断しているために、他の日本海沿岸に比べて、波も少なく概して平穏な海域になっている。ところが、北～北東の方向から侵入してくる波浪に対しては、逆に地形的条件が悪く高波が発生する原因となっている。富山湾では、毎年12月～4月頃に、低気圧が通過して風や風浪が治まり、海面が静かになった頃に突如として周期10～12秒、波高3～5m程度のうねり性の大波が沿岸を襲い、海難や海岸浸食のみならず海岸災害の主要因になっている。そして、富山湾におけるうねり性の大波を寄り回り波と呼んでいる。寄り回り波は、時間遅れの異常波浪として考えられる。富山湾以外の日本海沿岸でも時間遅れの波は存在するが、一般に冬季は常に海が荒れていて、大きな波浪が沿岸に押し寄せているために、富山湾のように、静かな沿岸に大きなうねりが押し寄せるといった顕著な現象はあまり見られないようである。その意味において、寄り回り波は富山湾固有の波とも考えられる。寄り回り波は、過去10年間において、年に約3回の割合で発生しており、その度に富山湾沿岸で、漁船の転覆、沿岸構造物の破壊等の災害をもたらしている。月別に見ると表2.2に示すように9月から4月にかけて発生しており、特に12月、1月、3月に多く発生している。12月、1月に多いのは、西高東低型の気圧配置によるものと考えられる。3月に多いのは東支那海で発生した低気圧が発達し、日本海を通過し、北海道の東側付近で停滞することによるものと考えられる。そして、主たる海難発生地区が、富山湾沿岸の中でも、氷見、新湊、入善、宮崎、滑川などに集中していることから、寄り回り波が富山湾沿岸に一律に来襲するのではなく、限定された沿岸に大きな波が押し寄せると言う性質があることが分かる。

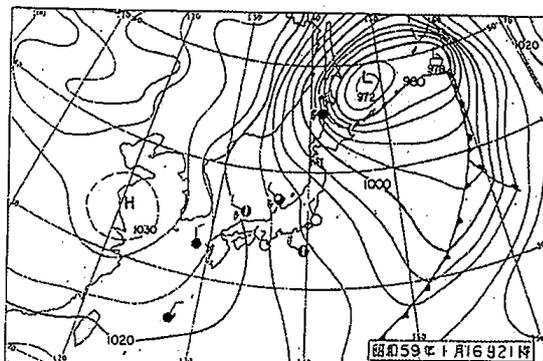
表 2.2 寄り回り波月別発生状況

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
発生回数	5	2	6	1	0	0	0	0	1	3	2	7	27
発生年(%)	18.5	7.4	22.2	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	11.1	7.4	25.9	100

【気象海象要覧 p. 236 より抜粋】

寄り回り波の発生機構に関しては、次のような考え方がある。

- (1) 初冬から春先にかけて、日本付近は西高東低型の気圧配置となる。そして、低気圧が日本海を通過して、北海道東方海上で発達停滞したとき、間宮海峡から北海道西方海上にかけて気圧傾度が異常に強まり、北ないし北東の強風が連吹する。
(図 2.1) この強風により発生した風浪がうねりとなって日本海を南下し、富山湾に入って寄り回り波となる。
- (2) 冬季卓越する北西の季節風で生成された風浪が能登半島で回折して湾内に入り、これが (1) の北～北東のうねりと干渉して高波となる。
- (3) 低気圧性気象擾乱の通過に伴う広範囲の海面隆起により、日本海規模の海面振動が生じ、この影響で富山湾に高波が発生する。
- (4) 富山湾に入るうねりは、湾が深いためエネルギーを失うことなく海岸に到達する。深水域から急に浅水域に入ると、波は変形して波高を増す (Shoaring 効果) が、これが局地的な高波である寄り回り波の原因である。
- (5) 海岸付近の海底地形は大陸棚の発達が貧弱で、特に富山湾の東側においては大陸棚が狭い。この狭い大陸棚を縁取る大陸斜面には、大小多数の海底谷が発達し、深い湾床まで急傾斜となっている場合が多い。富山湾に侵入する波がこのような海岸に近付くと屈性、回折、反射、干渉、碎波という種々の変形を受ける。発現場所に強い地域性を持つ寄り回り波はこの海岸過程による高波である。



【気象海象要覧 p. 237 より抜粋】

図 2.1 日本海北部の低気圧が発達 (寄り回り波 発生時の事例天気図)

以上のような種々の要因により、寄り回り波が発生すると考えられるが、寄り回り波は年に数回程度しか発生せず、観測データも少ないことから、その発生機構については、十分に解明されていない点も多い。

湾が全体的に深いため、湾内に進入したうねりは海岸近くまで深海波の性質を持って接近し、岸から 2 ないし 5km の沿岸域内で複雑な等深線による屈折を起し、波エネルギーの収束する場所と発散する場所がそれぞれの海底谷付近で生じ、結果的に波高の局所的分布が複雑になります。このように、波の進入方向や周期が変わると波エネルギーが収束する場所が変化しますから、進入波の性質が時間的に変化する場合には高い波が出現する海岸も時間的に移動することがあり、これが寄り回り波の名前の由来です。

(3) 「日本海の波浪特性 磯崎一郎 著」より

台風や低気圧が本州の南岸を通過する場合、あるいは移動性高気圧の前縁が富山湾にさしかかった場合などに富山湾上で北東風が強まり高波が発生する。この場合の波は風浪で、周期は 10 秒未満である。風波は風が止むと間もなく減衰する。第 8.1 表の中で周期 10 秒以上の波浪は湾外から侵入してきたうねりで、日本海北部で発生した風波が伝播してうねりとなって富山湾に入ったものである。この種のうねりで、海岸に到達して局所的に異常に高まり波浪害を引き起こすような高波を「寄り回り波」と呼んでいる。北出（1950）によると、寄り回り波の発生源は間宮海峡から北海道西方にかけての海域であり、北ないし北東の強風によって発達した波浪がうねりとして伝播したものであろうと推論している。富山湾で寄り回り波が発生した時の約 12 時間前の天気図を調べると、いずれも顕著な冬型の気圧配置で、北海道あるいはその東に非常に発達した低気圧が存在し、大陸高気圧との間で気圧傾度が急峻になっている。しかもこの型が 12 時間以上継続し、間宮海峡から北海道の西の海上にかけて北ないし北東の強風が連吹している。磯崎ら（1971,1972）は波浪データのスペクトル解析により、寄り回り波と考えられるうねり性の波の存在を確認すると同時に、波浪の数値モデルを用いてシミュレーションを試みた。計算結果は観測値とかなりよく合っており、上に述べた寄り回り波の発生機構が合理的であることを述べている。

第 8.1 表 新湊の最大高波が 3m を越えた日と一般風の風向き

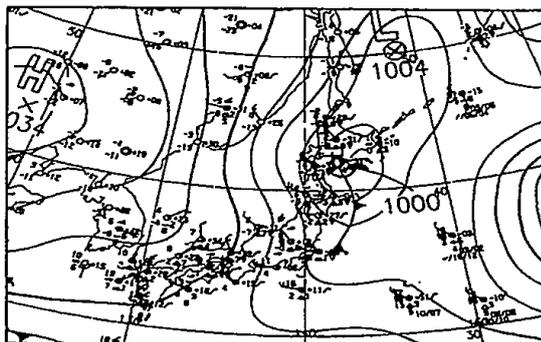
年	月	日	H _{max} (m)	T _{max} (s)	風向	
1979	1	12	3.30	8.5	NNW	
	2	23	3.55	6.0	NE	
	4	1	3.25	14.0	-	ウネ
	10	1	3.15	6.0	NNE	
	10	7	3.90	5.0	NE	
	11	24	3.65	6.5	NE	
	12	12	3.30	10.0	-	ウネ
	1980	1	13	3.20	6.5	NE
3		22	3.85	6.0	NE	
9		26	3.05	5.0	NE	
1981	5	30	3.05	11.0	-	ウネ
	8	5	3.05	5.0	N	
	12	2	4.15	10.5	-	ウネ
1982	1	30	3.00	12.0	-	ウネ
	2	4	3.35	7.0	NE	
	8	2	4.05	9.0	NE	
	9	13	4.30	9.5	ENE	
	10	8	3.45	7.0	NE	
	12	6	3.05	6.0	N	

【日本海の波浪特性 p. 102 より抜粋】

(4) 「土木学会第 54 回年次学術講演会 II-36

日本海沿岸における寄り回り波の性状に関する研究 内藤ら 著」より

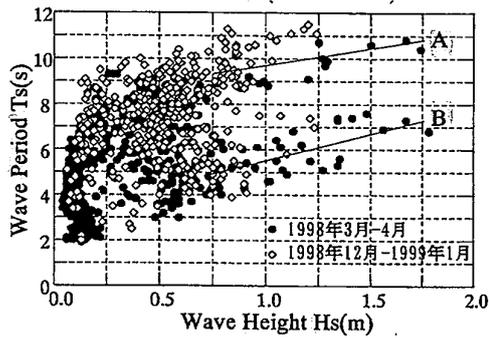
富山湾では「寄り回り波」と呼ばれる高波による被害が頻繁に起きている。「寄り回り波」は通常の風浪と異なり、**現地付近の気候が穏やかな時**にも発生するのが特徴である。「寄り回り波」は、**日本海北部で発生した風波がうねりとして伝播し**、富山湾の**複雑な地形により局所的に高い波**となって来襲する現象と考えられているが、その発生機構や性状について不明な点も残されている。本研究では、富山湾沿岸部で得られた波浪観測データの解析により「寄り回り波」の性状を分析し、また、波浪推算法を用い「寄り回り波」が富山湾に到達するまでの過程の追跡を試みた。現地からの報告によると 1998/3/8 に「寄り回り波」の来襲があった。3/8 の波浪は、田中海岸で計測された風速が小さいことを考えると、現地付近で発生した波浪でないと推測される。図-4 は 3/7 9:00 の気圧配置を示したものであるが、北海道付近に発達した低気圧が滞在しており、等圧線の傾きから判断すると北海道西方海上では北寄りの風が吹いていた。これより 3/8 の波浪はこの時に発生した風波が**一日程度の遅れの後、富山湾に侵入してきたうねり性の波**である可能性が高い。



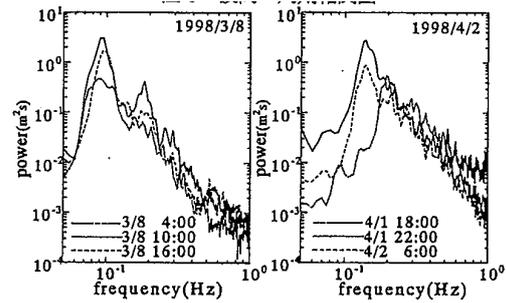
【土木学会第 54 回年次講演会 p. 73 より抜粋】

図-4 気圧配置図 (1998/3/7 9:00)

外洋から侵入してきたうねりと富山湾付近で発生した風波では、それぞれ波高・周期の結合分布が異なると考えられる。図-5 に有義波の H_s と T_s の関係を示す。波高が比較的小さい時にはデータのばらつきが大きく明確な相関関係は確認できないが、波高がある程度大きくなると図中の線 A、B で示す、2 種類の相関関係が見られる。図中の線 A はうねりに対応し、線 B は風波に対応すると考えられる。図-6 に 3/8 と 4/2 の周波数スペクトル経時変化の比較を示す。3/8 のスペクトルはピークが 0.09Hz の位置に見られ、第 2 のピークが 0.18Hz に表れている。これはバンド幅の狭いスペクトルを持つうねりが入射したことにより形成された高調波であると考えられる。4/2 のスペクトルはピークが 4/1 18:00 から 4/1 22:00 にかけて成長、4/2 6:00 には減少しており、これは風波のスペクトルを表していると考えられる。



【土木学会第54回年次講演会 p. 73 より抜粋】



【土木学会第54回年次講演会 p. 73 より抜粋】

図-5 波高・周期相関図 図-6 伏木港の周波数スペクトル経時変化(3/8vs4/2)

(5) 「けんせつほくりく 北陸地域講座 吉田清三 著」より

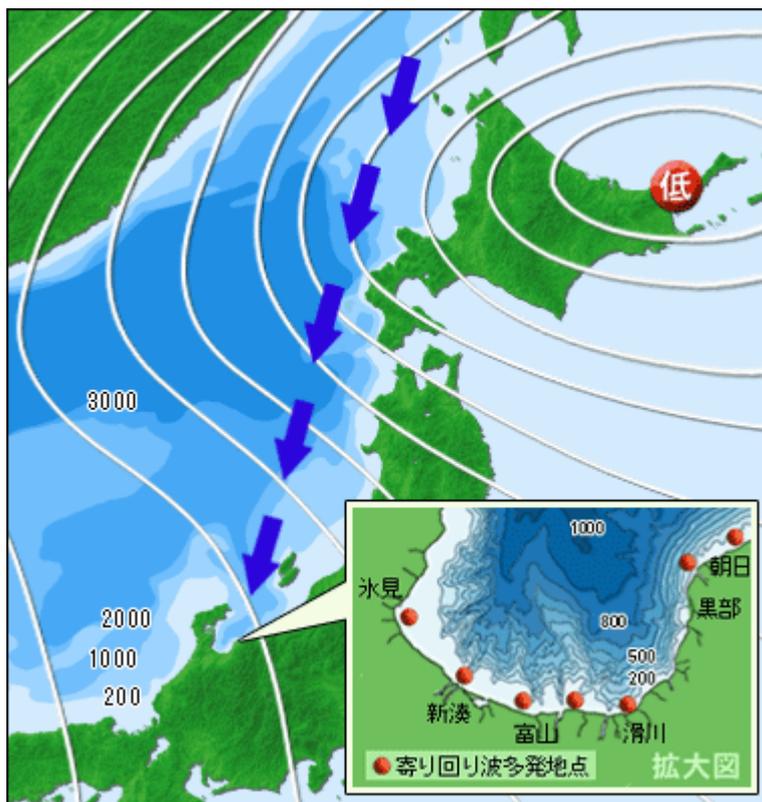
「寄り回り波」とは、強烈な低気圧が日本海を通過した後に起こるもので、津波型の激浪のこと。この高波は、発生する場所が分からないため、襲来が予知しにくく、そのため古来より数多くの被害を引き起こしてきた。明治時代には、この「寄り回り波」は日本海の北西（沿海州方面）から富山湾に回って入ってきた激浪だと思っていたのかも知れない。ところで、この浪源については、伏木測候所が昭和十年十一月富山日報に「富山湾の浪害は北海道の旋風次第で北海道の激浪がうねって回って来たもので、池の波紋が意地悪く岸に届いた理屈である。」と、極めて、説得力のある表現で「浪源は能登北西ではなく北海道西方海上にある」ことを明言している。以来、本校研究グループも波資料の解析や航空機による追跡調査で、これを確認、発表し、今ではこの考え方がすっかり定着しているようだ。



【けんせつほくりく No. 336 1997-12 p. 3 より抜粋】

(6) 「富山地方気象台 寄り回り波に関する資料」より

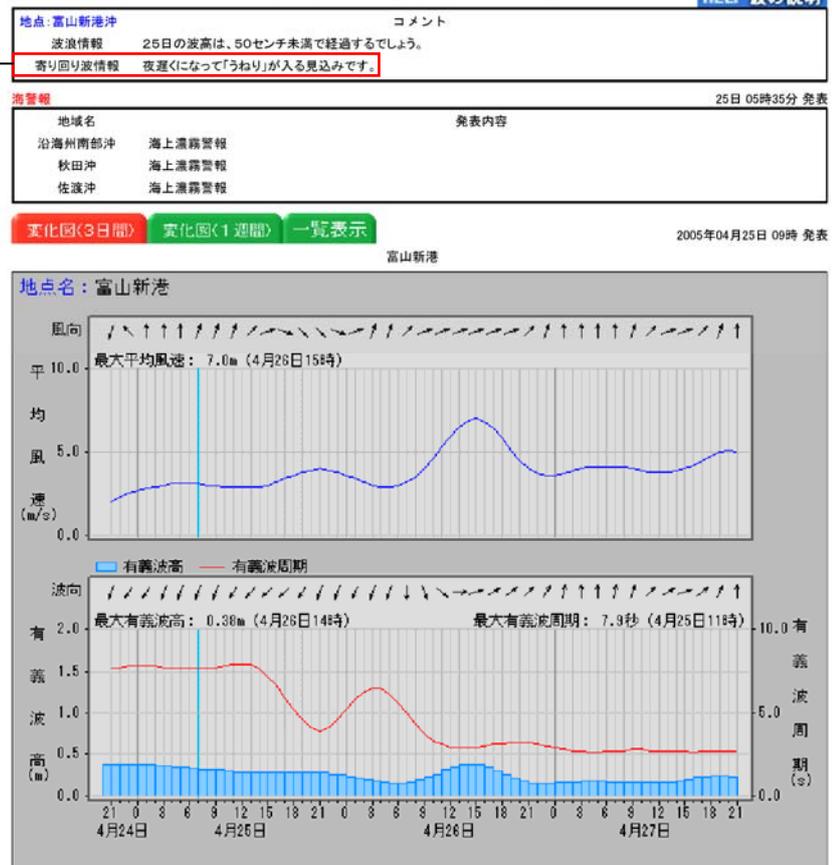
富山湾は、西方に能登半島を控えた袋状のため、北西の季節風が卓越する冬期でも、能登半島が自然の防波堤となり、外海に比べて概して平穏です。しかし、北から北東方向の開口部は、この方向からの高波の侵入が容易であるため、富山湾での波浪害の多くは、この方向からの高波によって起こっています。富山湾の波浪害の原因となる高波に、古くから寄り回り波と呼ばれる波があります。低気圧が発達しながら通過した後、富山湾の風や波が静まり、漁や浜辺での作業を開始しようとする頃に、突如として打ち寄せる波をいいます。不意をつかれるために被害も大きく、古来より多くの悲惨な記録が残されています。この寄り回り波は、主に北海道西方海上の海域で発生した波浪が、うねりとして富山湾に伝搬してきた高波です。冬型の気圧配置となり、北海道あるいはその東方海上に非常に発達した低気圧があり、北海道西方海上で強い季節風が長時間続くと、この海域では高波が発生します。この高波がうねりとなって南南西に向かうわけですが、日本海から富山湾の奥にまでびる海域は1000m以上の深海域のため、うねりのエネルギーを減衰させることが少なく、その伝搬に格好の条件を備えています。



【<http://www.city.shinminato.toyama.jp/weather/harou/help/nami.htm>より抜粋】

「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ことがありますので、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。

【富山新港における「寄り回り波」情報の一例】



この情報は、(財)日本気象協会北陸支店が、北海道周辺海域の天気図の等圧線配置や気圧傾度等の情報を基に、寄り回り波の発生を予測し、発信しているものである。

【<http://www.city.shinminato.toyama.jp/weather/harou/wmain.htm> より抜粋】

参考資料 2

2008 年 2 月 24 日に発生した

富山県内の高波のまとめ（気象庁）

2008年2月24日に発生した富山県内の高波のまとめ

【高波の状況とメカニズム】

- ◆富山湾沿岸に打ち寄せた高波は、観測によれば有義波高で6m超、最大波高で8m前後
- ◆高波の原因は主に次の2つ
 - ・北海道西方海上の低気圧によって作られた高波が「うねり」として伝播
 - ・伝播途中の強風による「風浪」の影響
(うねりに風浪が合成された、うねりと風浪の相互作用で高波が生成維持された、など)
- ◆周期が長い波のため浅海変形を受けやすく沿岸で波高がより高まった可能性
- ◆うねりが北方から富山湾に進入した点で「寄り回り波」と共通性

【当日の情報提供の状況】

- ◆現用の沿岸モデルは、富山湾を指向するうねり性の高波を予測
- ◆警報級の高波となることは認識されており、波浪警報が事前に発表された

【今後の方策】

- ◆高波のメカニズム解明等に取り組み、今後の予測技術の向上に活用
- ◆沿岸部の波浪について、予測精度のさらなる向上を目指す
- ◆速やかな情報提供を行うべく、今後も関係機関と協力して取り組んでいく

1

■ 高波の状況

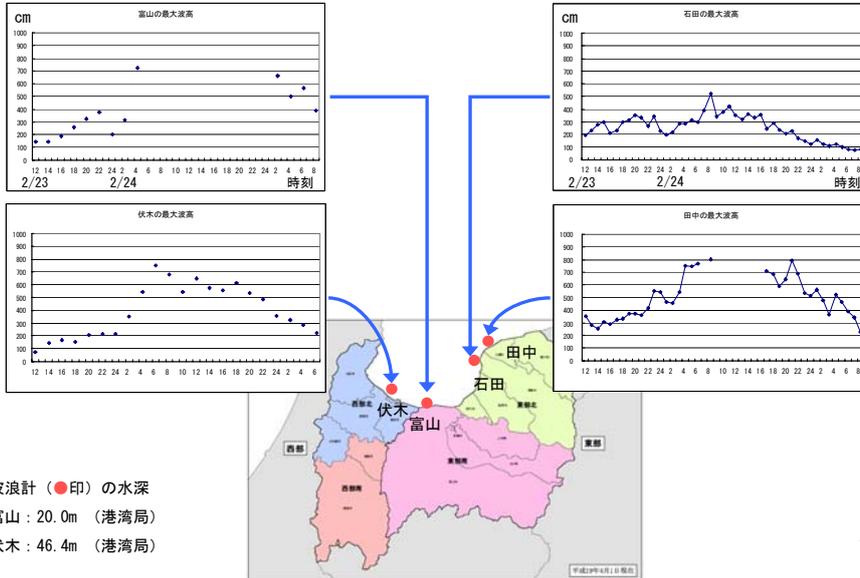
- ・富山湾沿岸での最大波高の経過
- ・富山湾沿岸での波浪周期の経過
- ・日本沿岸の高波の状況（沿岸波浪実況図より）

2

富山湾沿岸での最大波高の経過

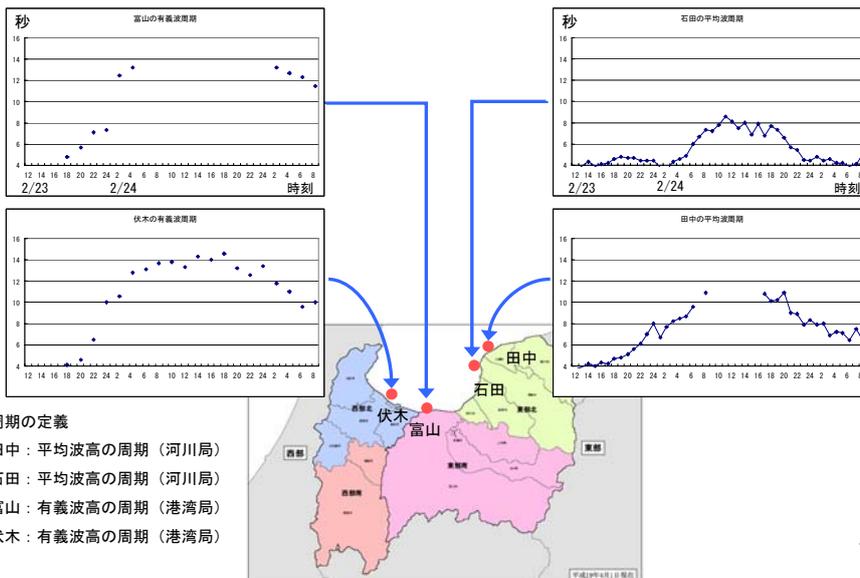
富山湾沿岸に打ち寄せた高波は、観測によれば最大波高で8m前後であった。

波高のピークは、入善町付近で24日昼前と推定される（下図の田中）。

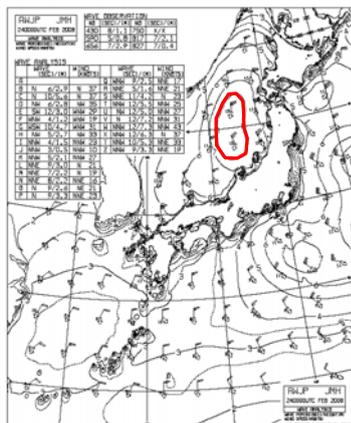


富山湾沿岸での波浪周期の経過

高波の周期は、入善町付近で12秒前後と長い状態であった（下図の田中）。



日本沿岸の高波の状況 (沿岸波浪実況図より)



- ・ 日本海中部に8m超の高波高域 (赤枠部分) が解析されている
- ・ 高波高域での波浪の周期は約13秒
- ・ 波の進行方向は北から南へ向かう方向 (⇒ が波の進む向き)

2008年2月24日09時 (日本時間)

5

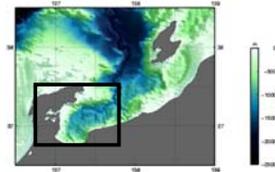
■ 高波のメカニズム

- ・ 富山湾の地形と波浪の特徴
- ・ 寄り回り波
- ・ 富山湾の波浪状況の時系列
(風と地形による波浪分布の推移)
- ・ 東経137.3° における1次元スペクトルの推移
- ・ 地点と時刻による波浪スペクトルの違い

6

富山湾の地形と波浪の特徴

- ・ 富山湾は水深が沿岸ぎりぎりまで非常に深い
- ・ 特に被災した海岸の辺りは、海岸すぐ近くまで水深が深く、急に浅くなっている。
(→浅水変形は起こりにくい)
- ・ 能登半島の遮蔽のため、北西の季節風では、一般的に波は高くない。
- ・ 従来、北西の季節風が止んでから、突然高波が来るといふ、いわゆる「寄り回り波」がしばしば発生してきた。



(MIRC 500m dataより作成)
等値線は水深100m毎



等値線は水深50m毎

○ : 災害発生地域

7

寄り回り波

- ◆寄り回り波は、北海道の西方海上で低気圧によって作られた高波が1～2日して伝播してきたうねりによる、と説明されている。(北出, 1952; 磯崎, 1972等)
- ◆富山湾の水深が深いので、波(うねり)は減衰されずに沿岸まで到達する。
- ◆到達する波の周期が長いため、浅海部では地形の影響を受けやすい。(磯崎, 1971)
- ◆季節風の吹き出しが止んで落ち着いたときに突然高波が富山湾に押し寄せてくることがある。
安心した頃に不意打ちで来るので災害につながりやすい。
- ◆風の影響により、風浪が合成され高い波となることもある。

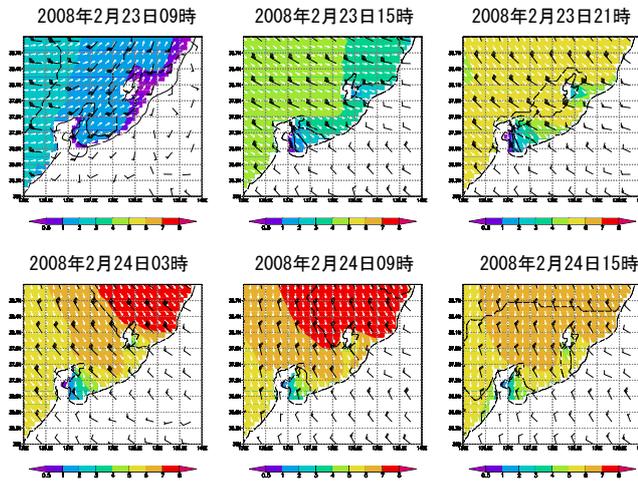


寄り回り波のイメージ
(富山地方気象台)

8

富山湾の波浪状況の時系列

(風と地形による波浪分布の推移)



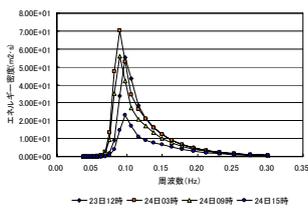
色調:波高(m) 黒線:周期(秒) 矢印:波向 矢羽:風速(長10kt、短5kt)

■計算結果の概況

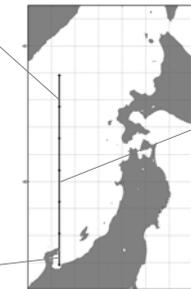
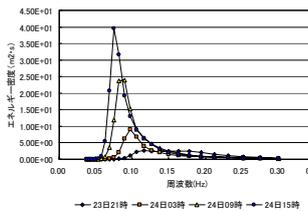
- ・北西の季節風が卓越した23日夜は能登半島の遮蔽により富山湾の波は低い。
- ・23日朝には強風は収まるが、沖合いでは依然として20kt程度の風が吹いており、波も高い。
- ・24日朝頃より、波向が南向きとなり、富山湾に高波が到達するようになった。

東経137.3°における1次元スペクトルの推移

(ピーク周波数とスペクトル形状で見る発達の違い)

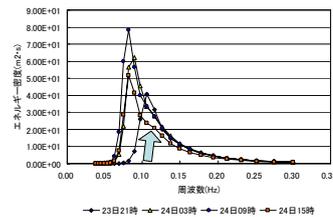


風浪のみの発達と減衰
(周波数ピーク・エネルギーが連続的に変化しながら発達・減衰)



富山湾に到達した波

低周波数(長周期)のエネルギーのみが卓越(うねり性の波)

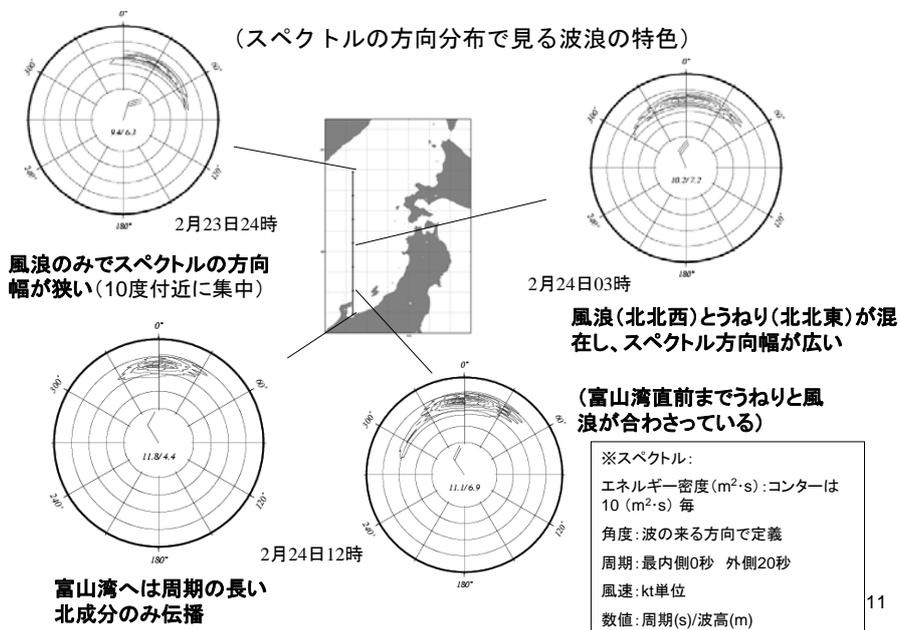


うねりと風浪のエネルギーによる発達

(不連続な周波数・エネルギーピークが存在し、これを取り込んで発達・減衰)

地点と時刻による波浪スペクトルの違い

(スペクトルの方向分布で見る波浪の特色)



11

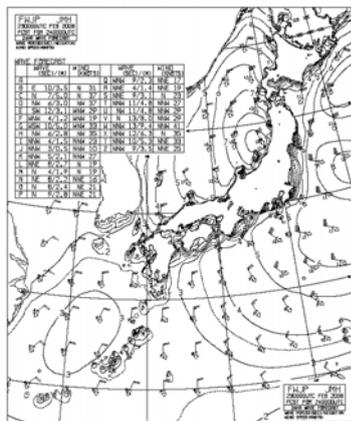
■ 当日の情報提供の状況

- ・ 現用沿岸波浪モデルによる波浪予測
- ・ 富山地方気象台発表の注・警報から波浪関連部分を抜粋

12

現用沿岸波浪モデルによる波浪予測

(沿岸波浪24時間予想図より)



- ・佐渡沖の海上に有義波高で9mを超える高波高域を予測
- ・富山湾沖では7mの波高を予測
- ・周期は12秒前後と長い
- ・波の向きは概ね南向き

2月23日09時初期値の
2月24日09時の予想図
(24時間予測)

13

富山地方气象台発表の注・警報から波浪関連部分を抜粋

月日	時分	西部北	東南南	入善町、黒部市は「東部北」に属する 東部北
2月23日	04時20分	注意報 警報		24日明け方までに波浪警報に切り替える可能性がある 23日昼前から24日明け方にかけて以後も続く 波高 5メートル
2月23日	12時09分		24日昼過ぎにかけて以後も続く ピークは24日明け方 波高 4メートル	24日明け方までに波浪警報に切り替える可能性がある 24日昼過ぎにかけて以後も続く ピークは24日明け方 波高 5メートル
2月23日	16時25分		24日夕方にかけて以後も続く ピークは24日昼前 波高 3メートル	24日明け方までに波浪警報に切り替える可能性がある 24日夕方にかけて以後も続く ピークは24日昼前 波高 5メートル
2月23日	18時45分		24日夜のはじめ頃にかけて以後も続く ピークは24日昼前 波高 3メートル	24日明け方までに波浪警報に切り替える可能性がある 24日夜のはじめ頃にかけて以後も続く ピークは24日昼前 波高 5メートル
2月24日	04時10分	25日明け方まで ピークは24日昼前 波高 3メートル	25日明け方まで ピークは24日昼前 波高 3メートル	24日夜のはじめ頃にかけて、うねりを伴ってしける見込みです。高波に警戒して下さい。)) 24日夜のはじめ頃まで ピークは24日朝 波高 5メートル
2月24日	05時20分	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日朝 波高 5メートル	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日朝 波高 5メートル	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日朝 波高 5メートル
2月24日	09時10分	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日昼前 波高 5メートル	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日昼前 波高 6メートル	24日夜のはじめ頃まで ピークは24日昼前 波高 6メートル
2月24日	15時38分	25日明け方まで ピークは24日夕方 波高 5メートル	25日明け方まで ピークは24日夕方 波高 6メートル	25日明け方まで ピークは24日夕方 波高 6メートル
2月25日	07時10分	26日明け方まで ピークは25日朝 波高 4メートル	26日明け方まで ピークは25日朝 波高 4メートル	26日明け方まで ピークは25日朝 波高 4メートル

14

資料 4 今回の被災時波浪の推定

4. 1 波浪推算の方法

2月23～24日にかけて日本海中部沿岸に襲来した高波浪の特徴は、北海道西方沖で停滞した低気圧によって発達した風浪が風域を抜けて北東方向からのうねりとなって日本海を南下し、一方、大陸から東進してきた低気圧が太平洋側の低気圧と合併したことから急激に発達し、いわゆる爆弾低気圧となって三陸沖で長時間停滞したことから、北西方向からの発達した風浪が日本海中部沿岸に継続して襲来し、この両者のエネルギーが重畳して発生した高波浪と考えられる。

したがって、今回のような高波浪を再現・検証するためには、北海道から北陸にいたるまで海域をカバーする広範囲での気象場を再現できるメソ気象モデルの導入が必須であり、また、沿岸の襲来波浪を検証するためには、能登半島や佐渡島の遮蔽効果、富山湾内での水深変化などを考慮できる浅海波浪推算モデルを用いることが望ましい。

そこで、ここでは風場を精度よく再現するために、海面や陸域地形の影響を考慮できるメソ気象モデルであるMM5モデルを、また、沿岸波浪の推算では第3世代のスペクトル法の波浪推算モデルであるWW3を用いた。

各モデルの概要は以下のようである。

(1) メソ気象モデル：MM5 (NCAR/PSU Fifth-Generation Mesoscale Model)

米国海洋大気圏局、NOAAのNational Center for Atmospheric Research(NCAR)で開発された等圧面座標(系)での非静力学方程式系のメソスケール気象モデルである。今回のMM5による気象シミュレーションでは、Domain1(空間刻み36km)、Domain2(12km)、Domain3(4km)およびDomain4(1.3km)のネスティング計算を行った(図-4.1.1)。気象場のバックグラウンドデータは米国の客観解析データ(NCEP)を用い、低気圧が爆弾低気圧となって台風なみに発達したことから、風域場の再現性を検討してボーガッシングを行った。なお、気象庁のRMS(領域モデル結果)の4次元同化を採用している。

(2) 波浪推算モデル：WW3 (Wave- Watch 3)

WW3は、NOAAで開発された波浪のエネルギー平衡方程式を基礎式としている浅海波浪推算モデルで、水深、平均流の変化に伴う波浪の屈折、変形特性などを考慮している。ソース項はそれぞれ、風からのエネルギー供給項、非線形干渉項、白波砕波によるエネルギー消散項および海底摩擦項で構成されている。非線形干渉によるエネルギーシフトを考慮しており、第3世代の波浪モデルに属する。これらのソース項は全て波浪の方向スペクトル密度に依存し、移流項とのバランスで方向スペクトル密度が決定される。

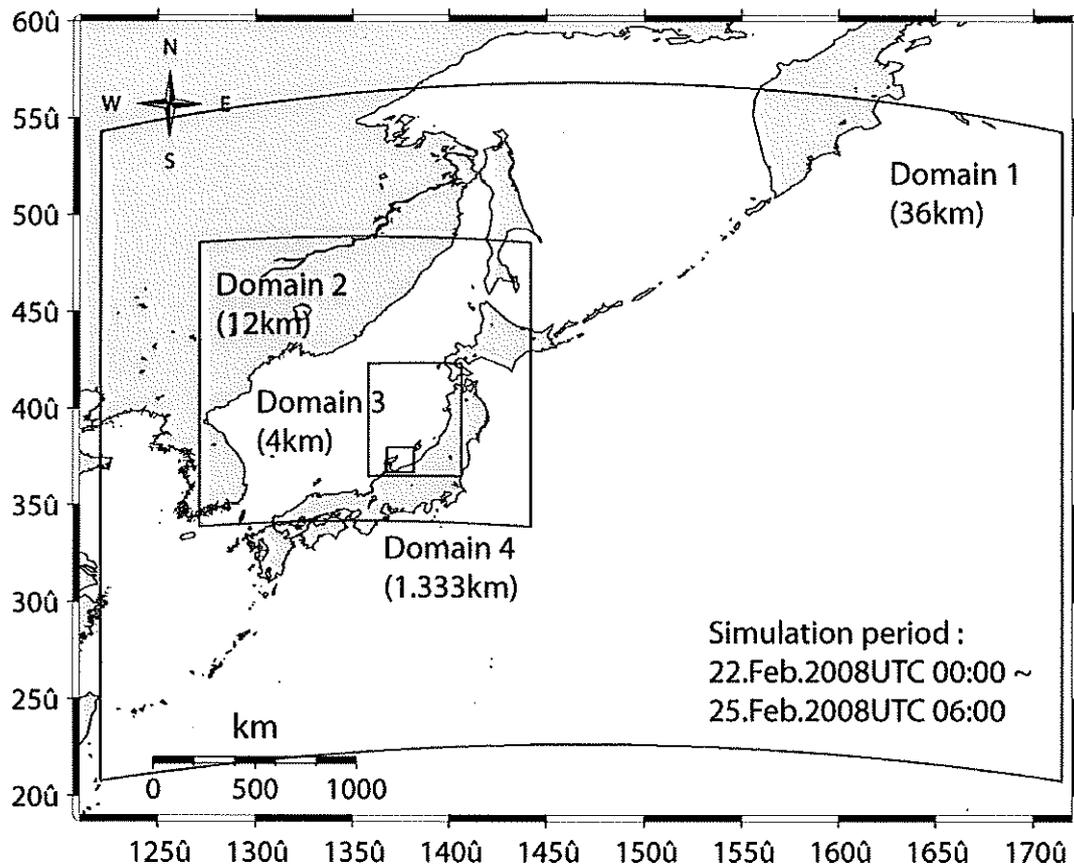


図 4.1-1 今回の波浪推算の対象領域

4. 2 波浪推算の計算条件および検証結果

波浪推算は以下の条件で実施した.

計算格子 :

Domain1: 36km 格子

Domain2: 12km 格子

Domain3: 4km 格子

Domain4: 1.3km 格子

周波数分割数 : 23

方向分割数 : 36

波浪推算の手順を図 4.1-2 に示す。

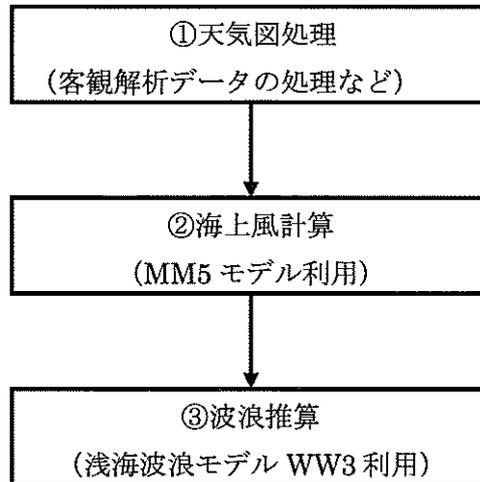


図 4.1-2 波浪推算の手順

以下に日本海沿岸各地の観測値と推算値との比較による検証結果を示す。

(1) MM5 による風推算の検証結果

波浪推算に用いる風外力は海面上 10m で与えられる。ここでは、北海道～北陸に至るまでの日本海沿岸のアメダスの観測点から 4 地点（秋田、酒田、新潟、金沢）を選定して推算精度の検証を行った。検証結果を図 4.2.1～図 4.2.4 に示す。

なお、アメダスのデータは全て地上での値であり、高度は 10m に補正している。また、沿岸での観測地点を選んでいるが風速計の近傍に地物・建物があって局所的な遮蔽効果が含まれるデータも含まれている。

(2) WW3 による波浪推算の検証結果

波浪推算の検証は、沿岸での波浪観測結果が得られている 4 地点（酒田、直江津、伏木富山、輪島）で実施した。検証結果を図 4.2.5～図 4.2.8 に示す。

ここでは、推算値は波高計の観測地点の近傍の推算ポイントを選んでいる。

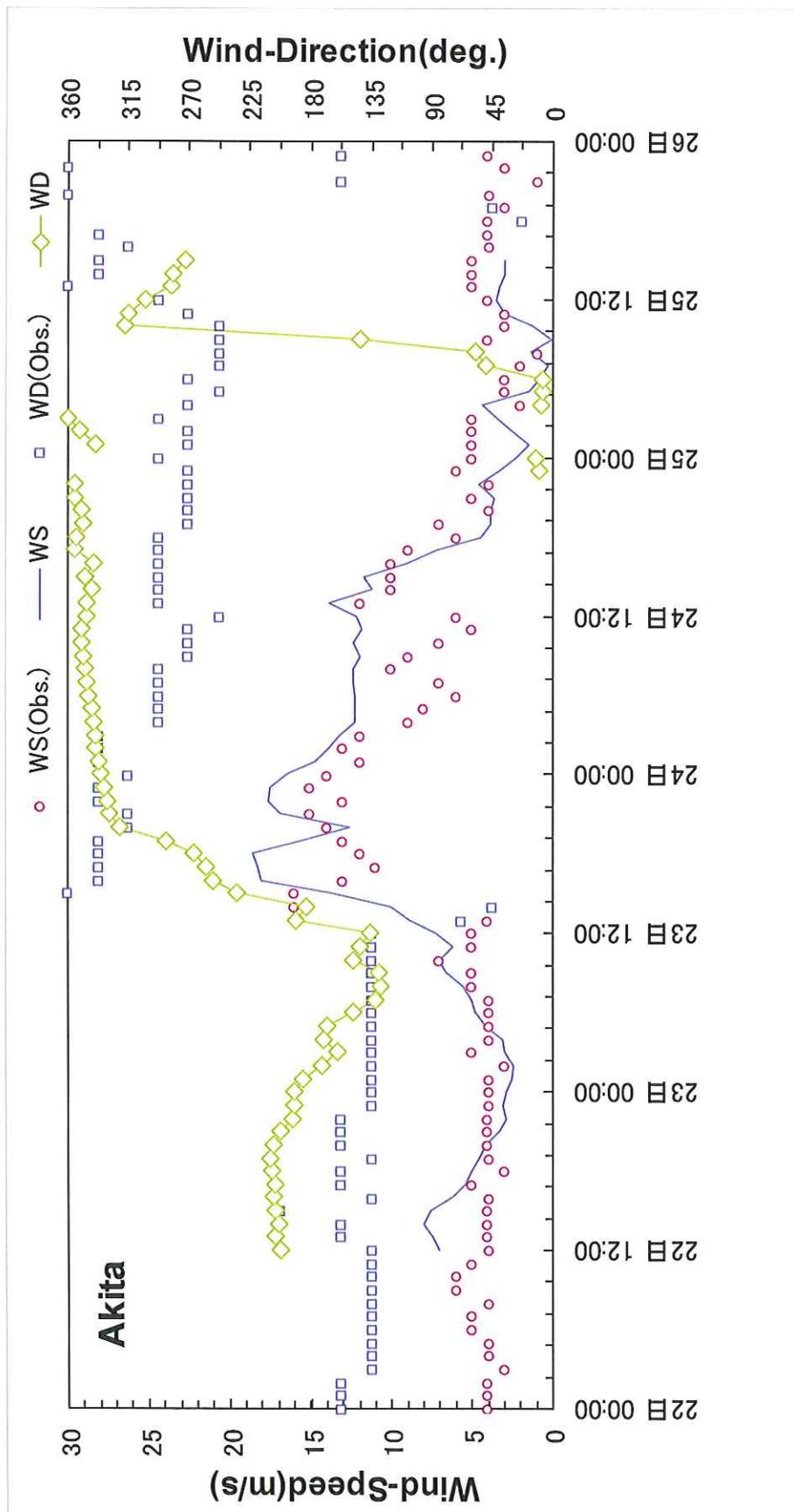


図 4.2-1 風の観測値と推算値との比較 (地点：秋田 39-43 N, 140-06 E、観測高さ 20.5m)

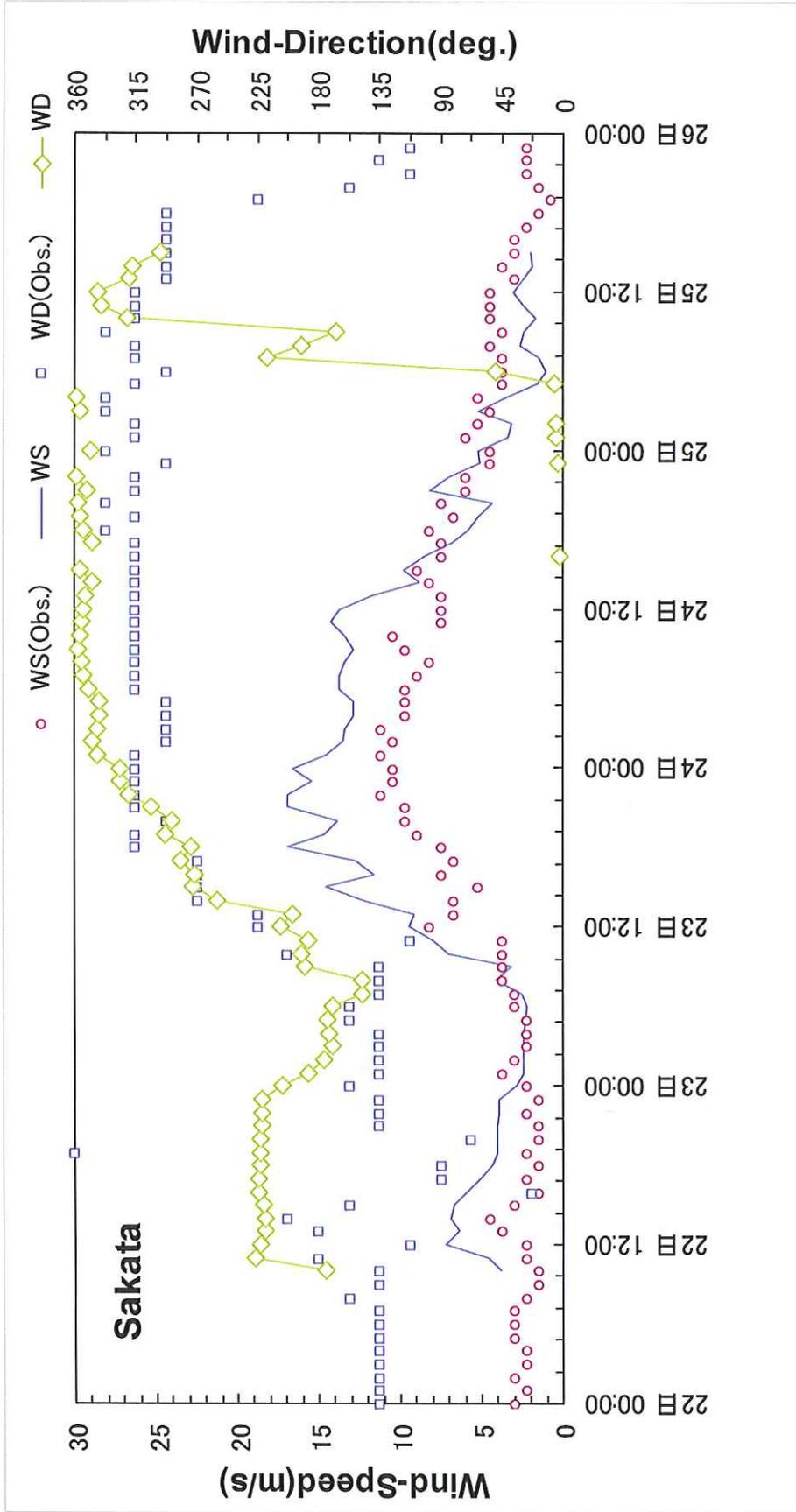


図 4.2-2 風の観測値と推算値との比較 (地点：酒田 38-54 N, 139-51 E、観測高さ 27.6m)

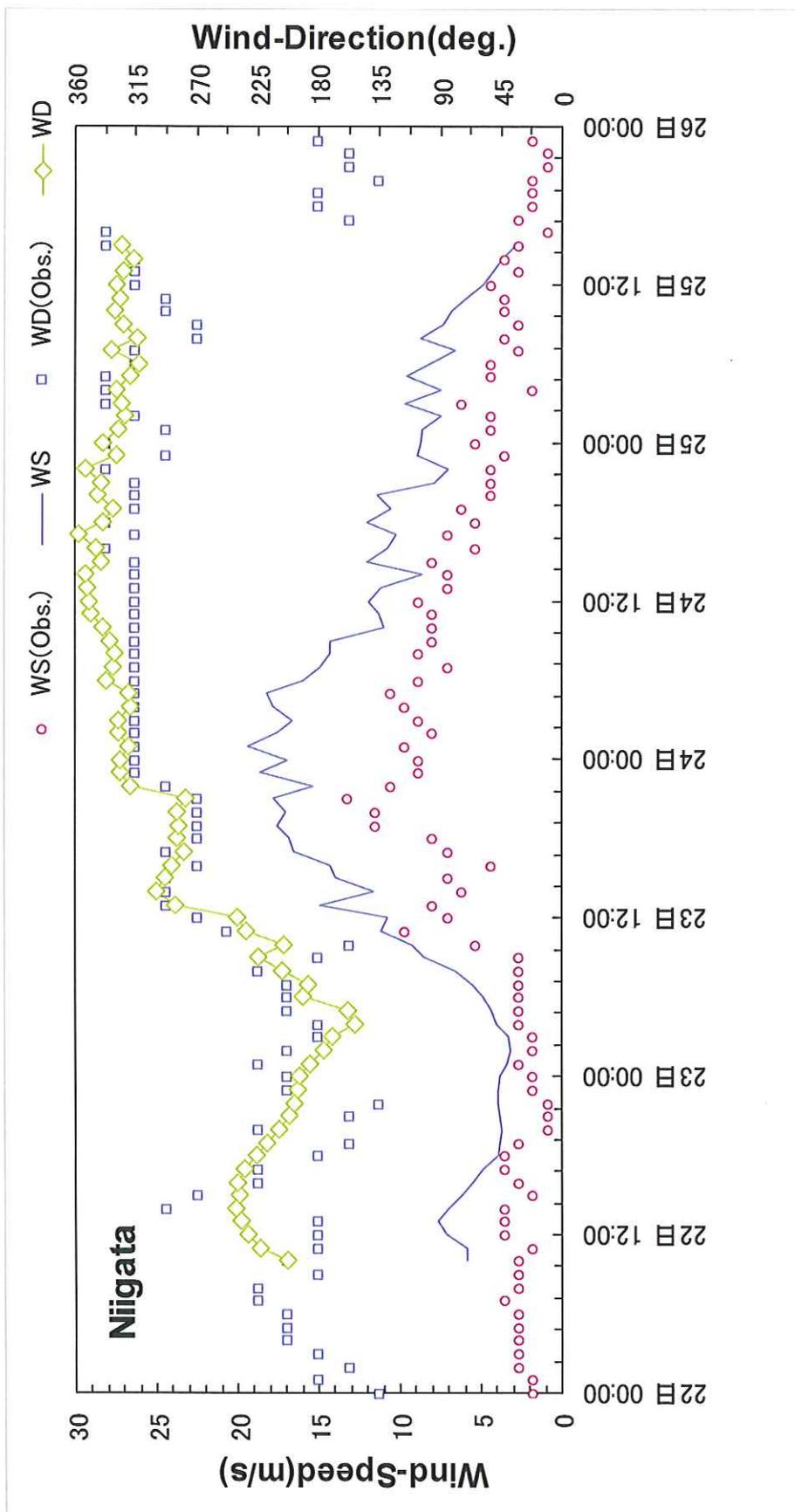


図 4.2-3 風の観測値と推算値との比較 (地点：新潟 37-55 N, 139-03 E、観測高さ 18.6m)

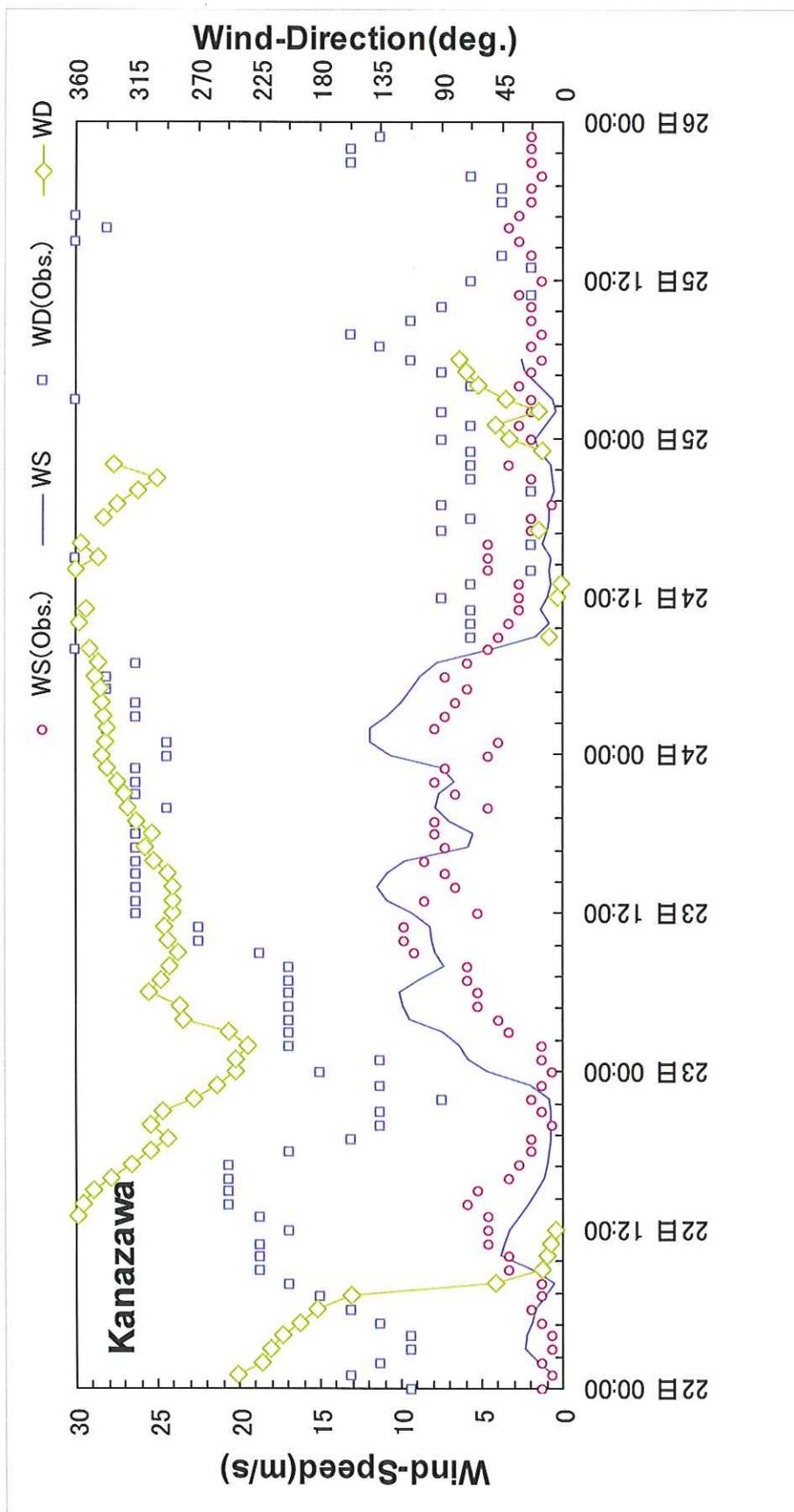


図 4.2-4 風の観測値と推算値との比較 (地点: 金沢 36°33'N, 136°39'E、観測高さ 14.0m)

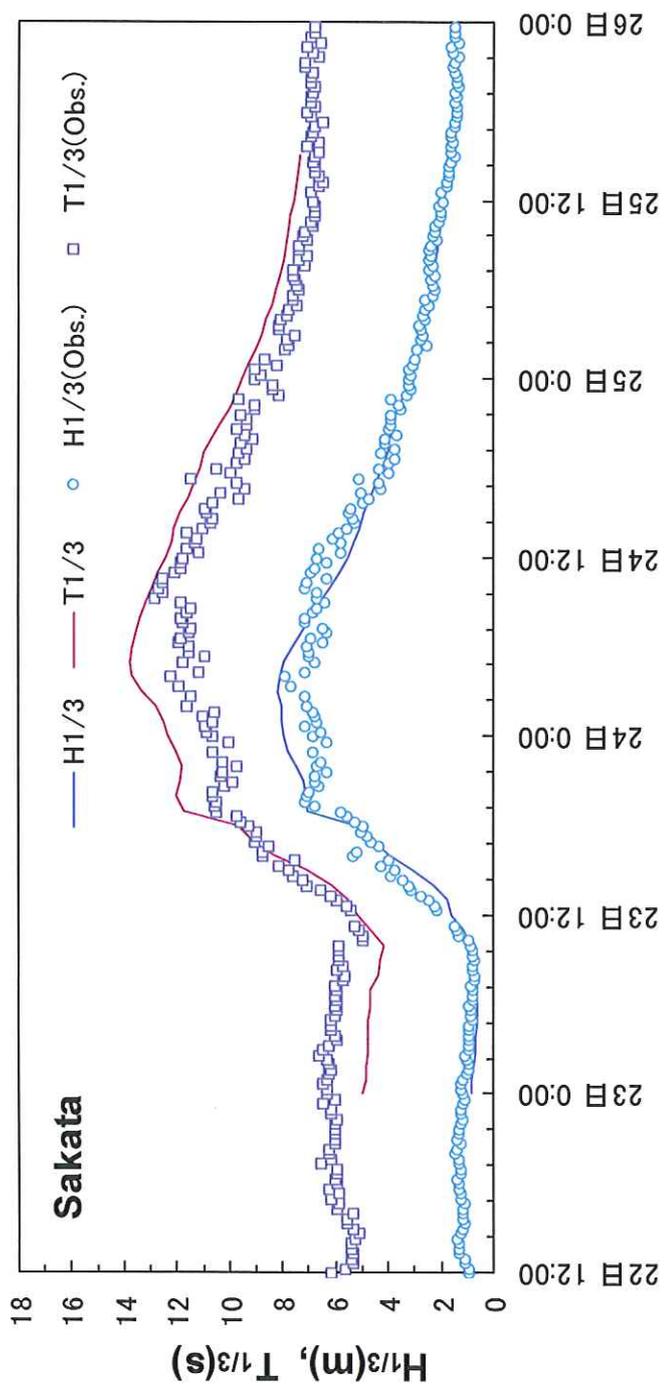


図 4.2-5 波浪の観測値と推算値との比較 (地点：酒田)

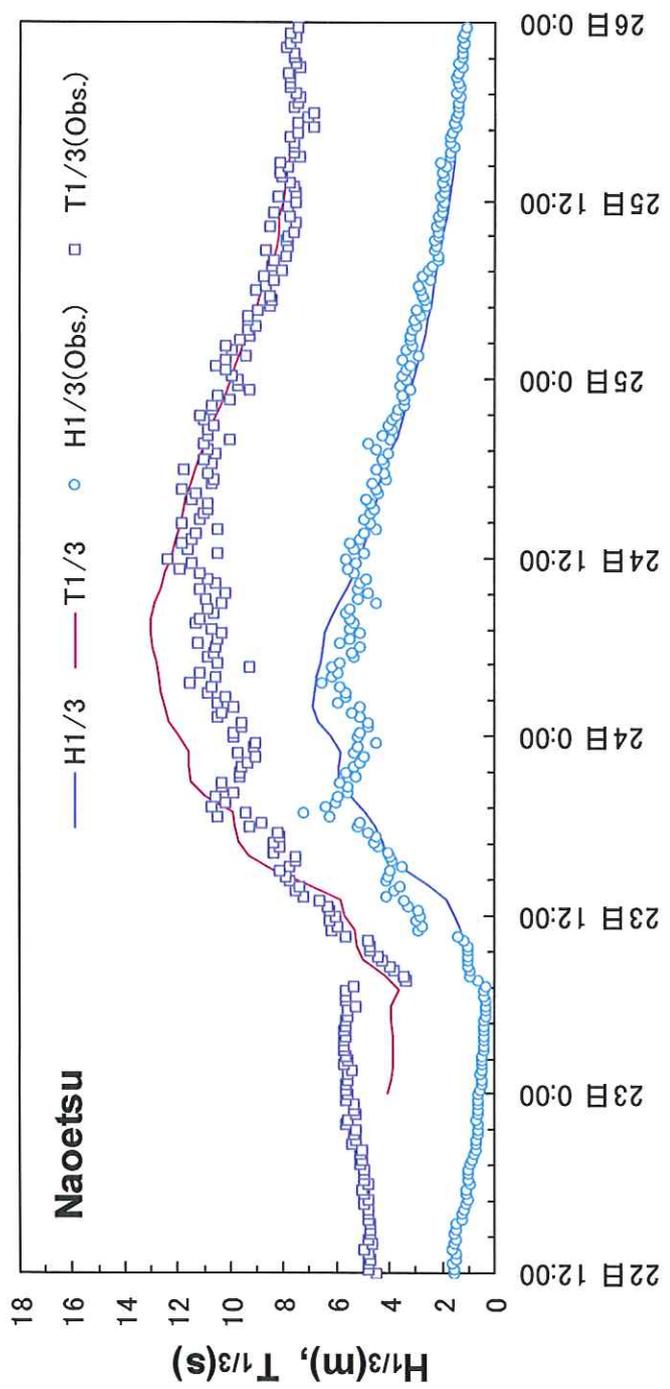


図 4.2-6 波浪の観測値と推算値との比較 (地点：直江津)

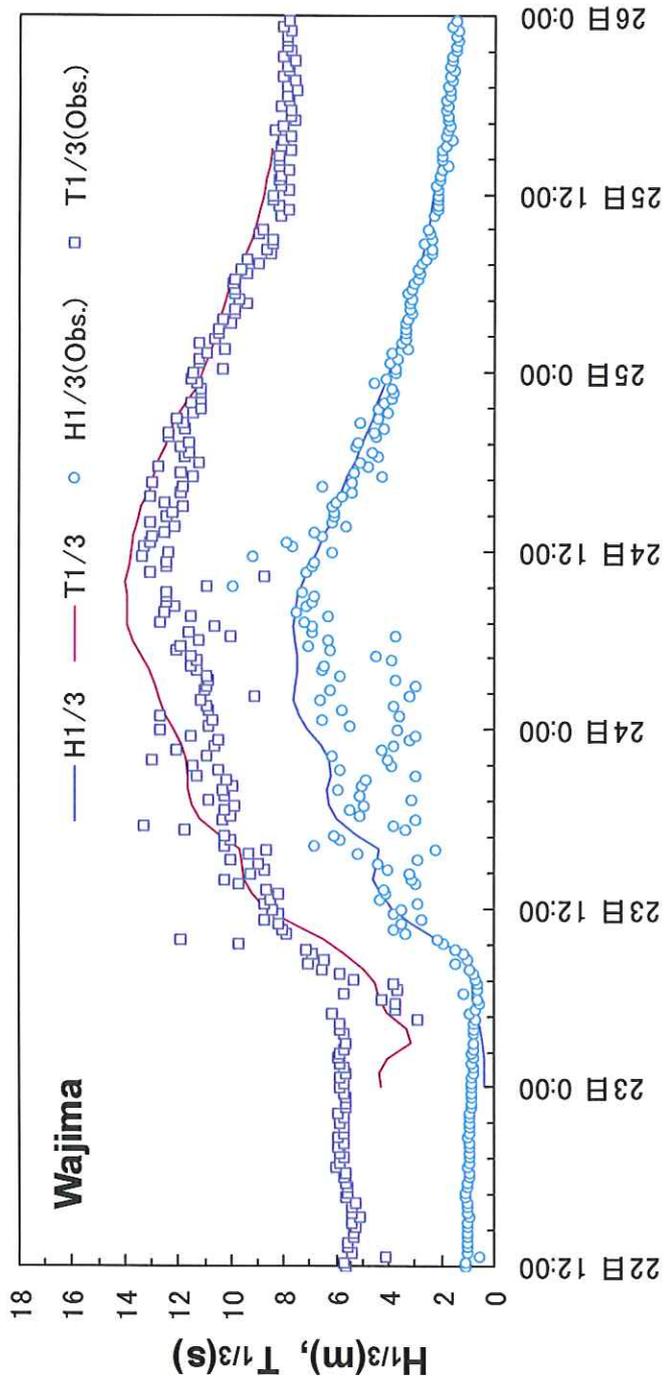


図 4.2-7 波浪の観測値と推算値との比較 (地点：輪島)

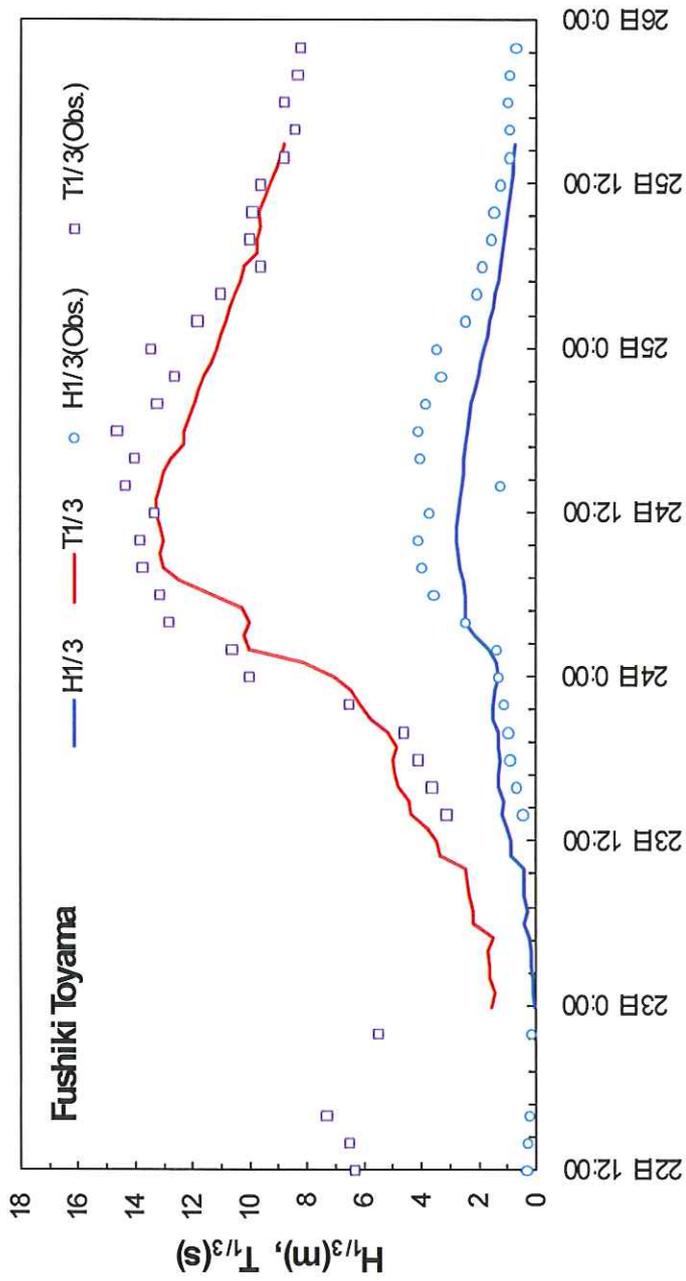
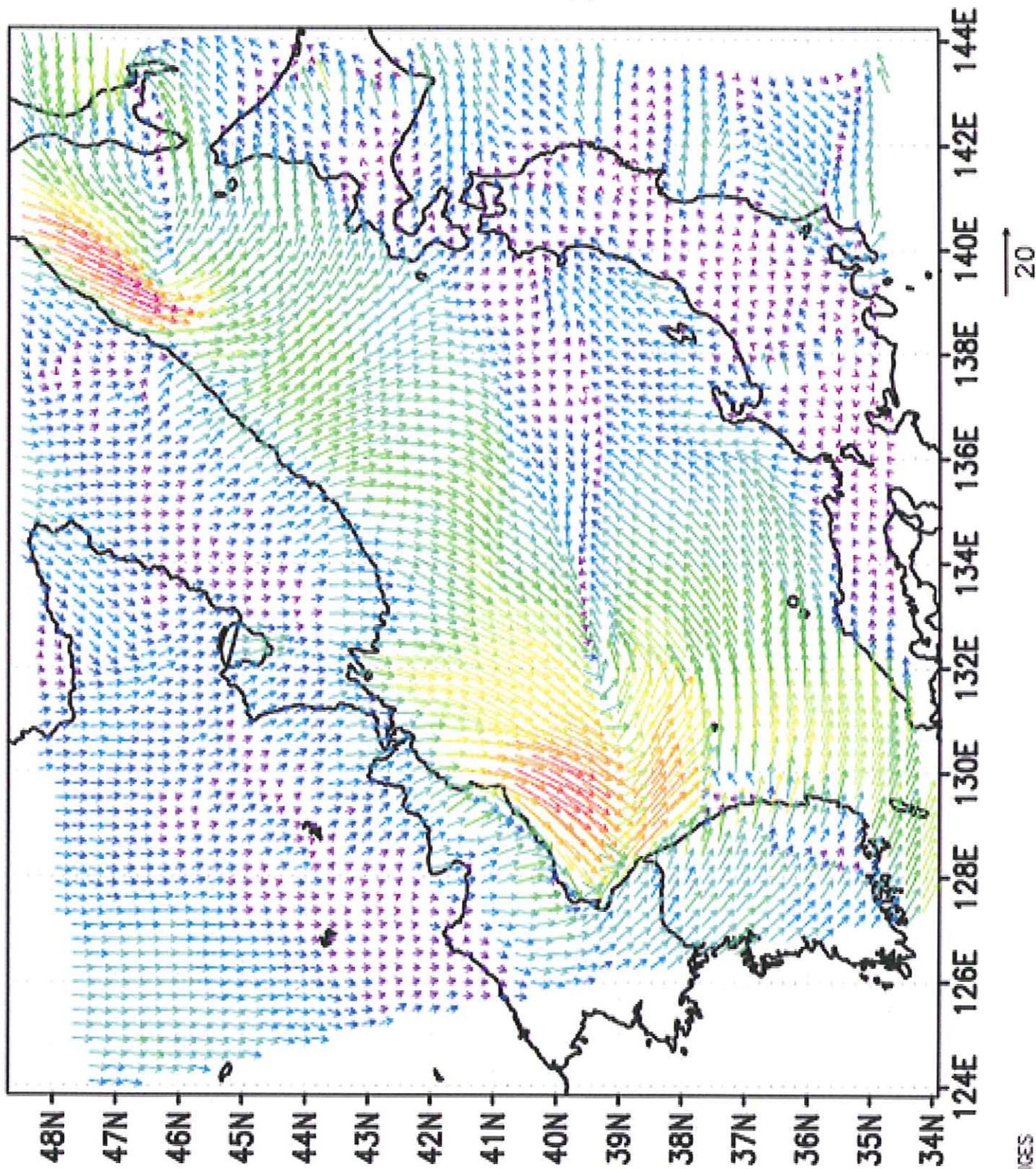


図 4.2-8 波浪の観測値と推算値との比較 (地点：伏木富山)

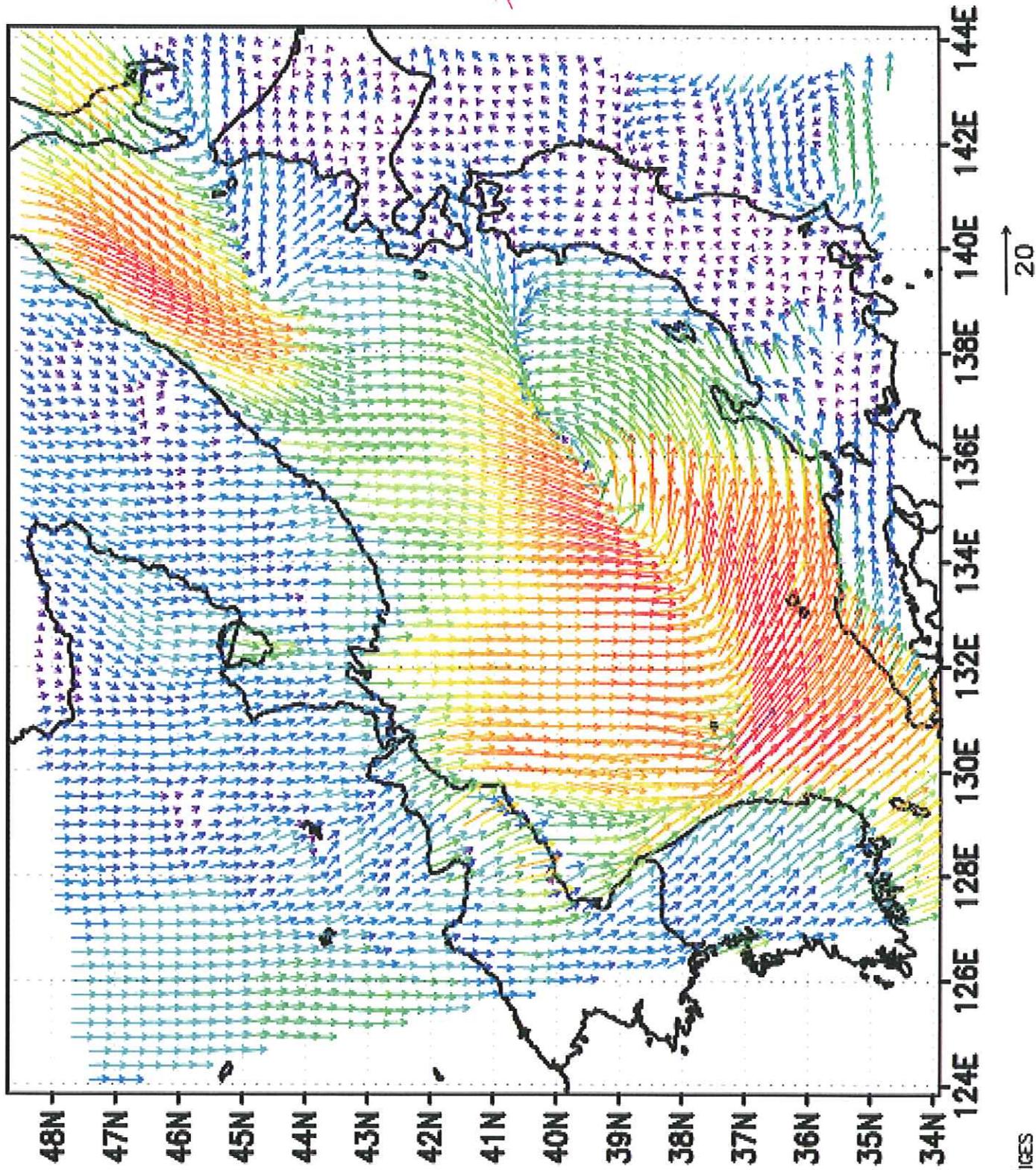
別紙

Wind vector at 10m above surface Feb. 2008



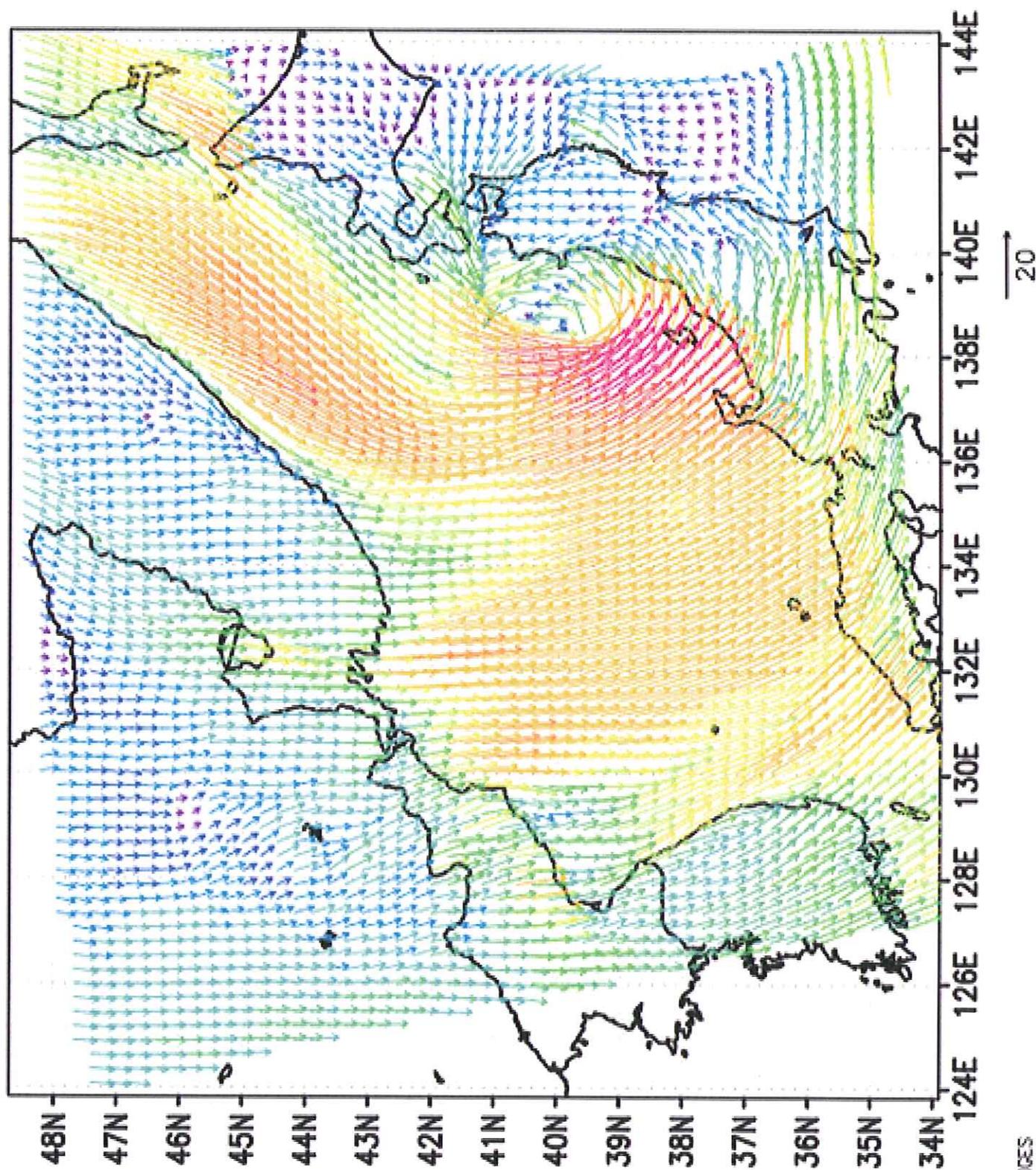
23日0時

Wind vector at 10m above surface Feb. 2008



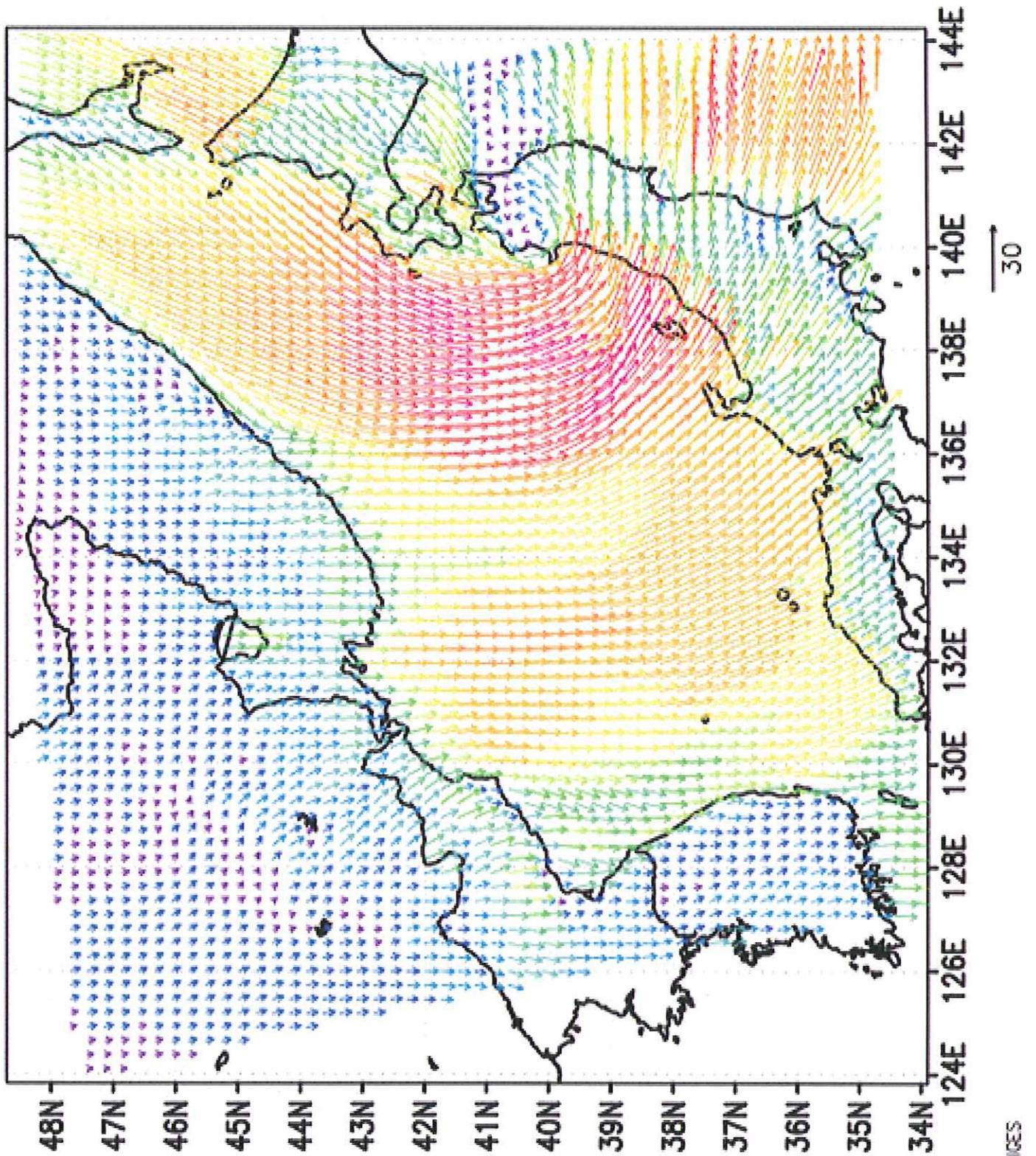
23日6時

Wind vector at 10m above surface Feb. 2008



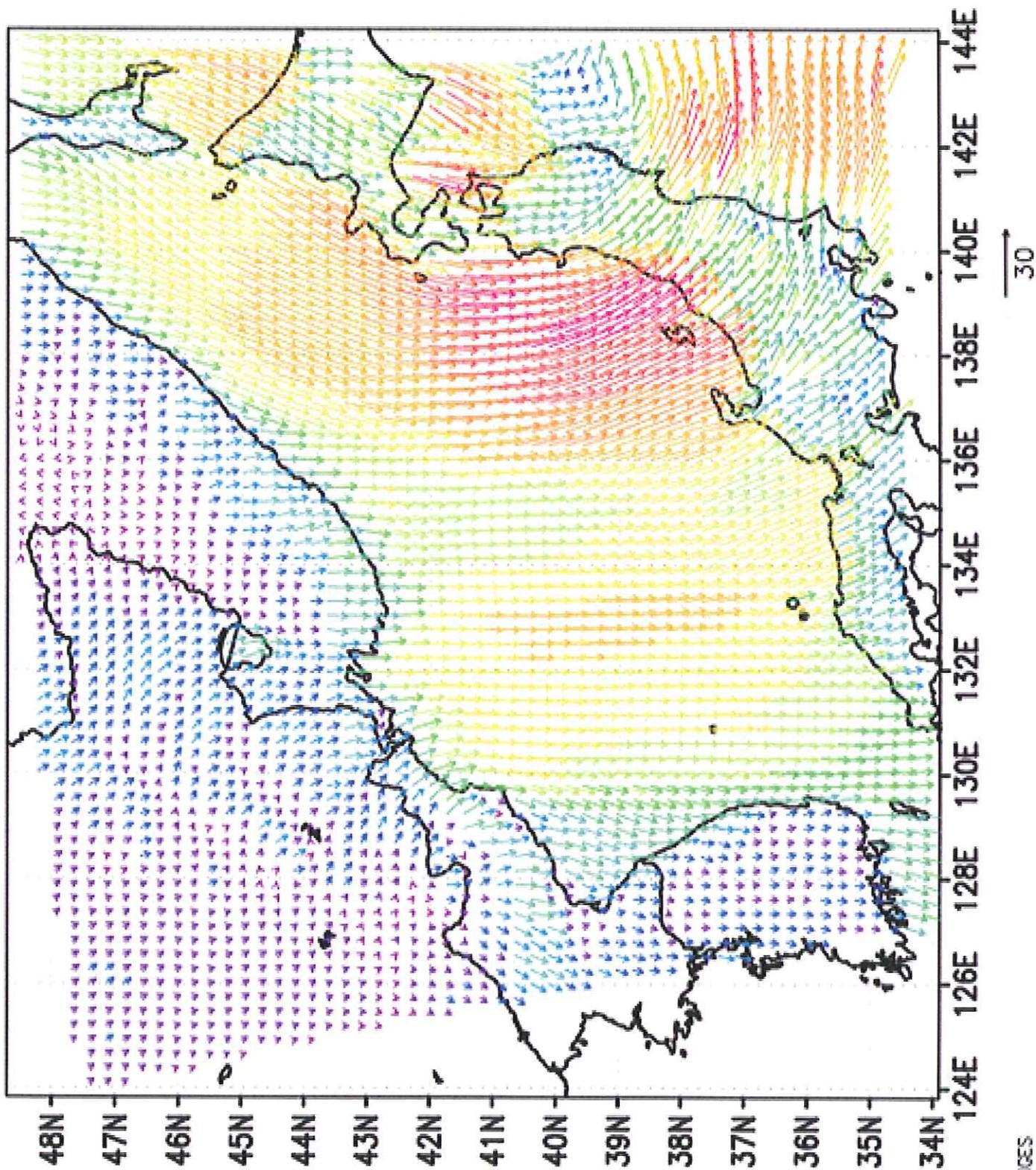
23日12時

Wind vector at 10m above surface Feb. 2008



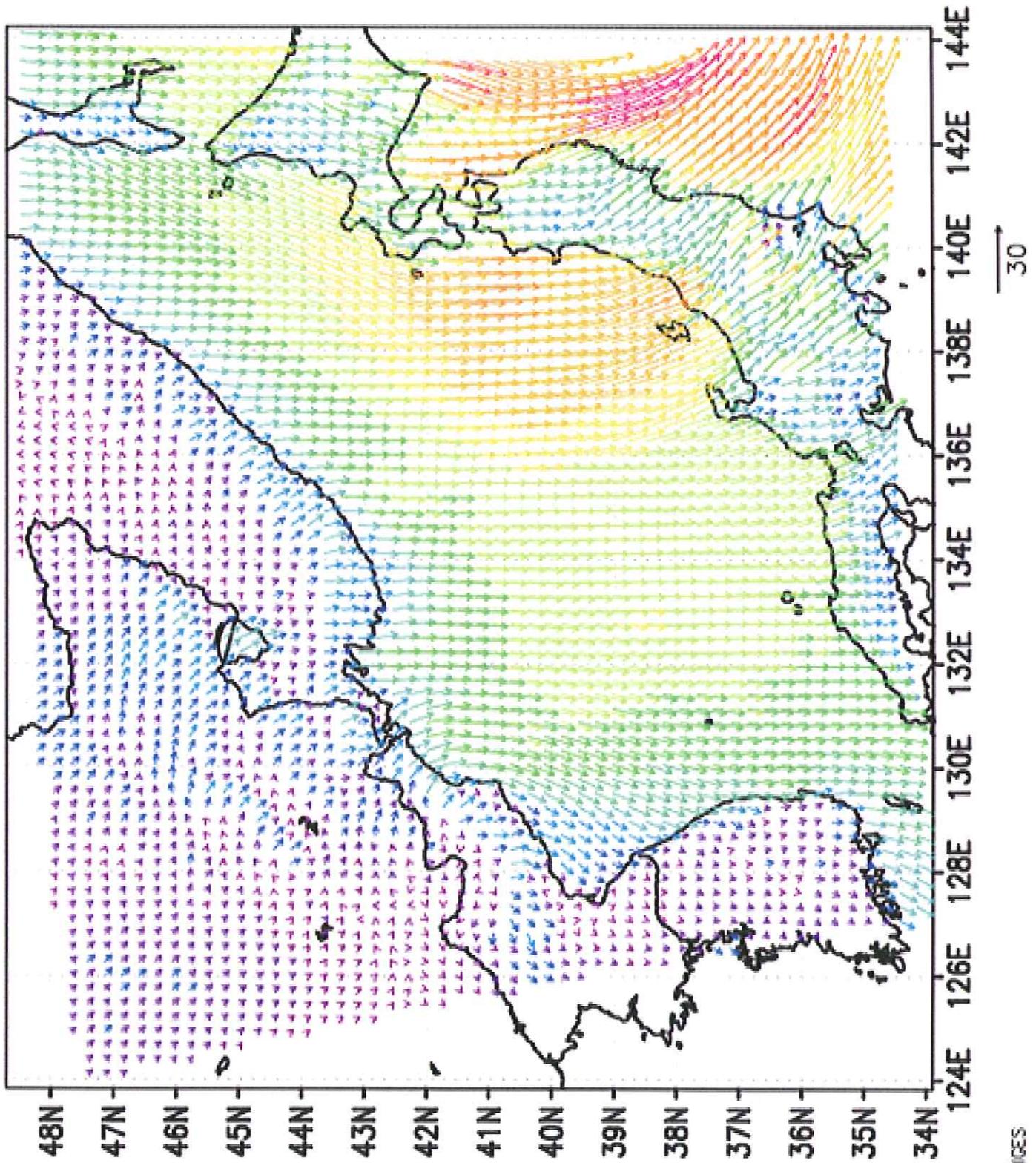
23日18時

Wind vector at 10m above surface Feb. 2008



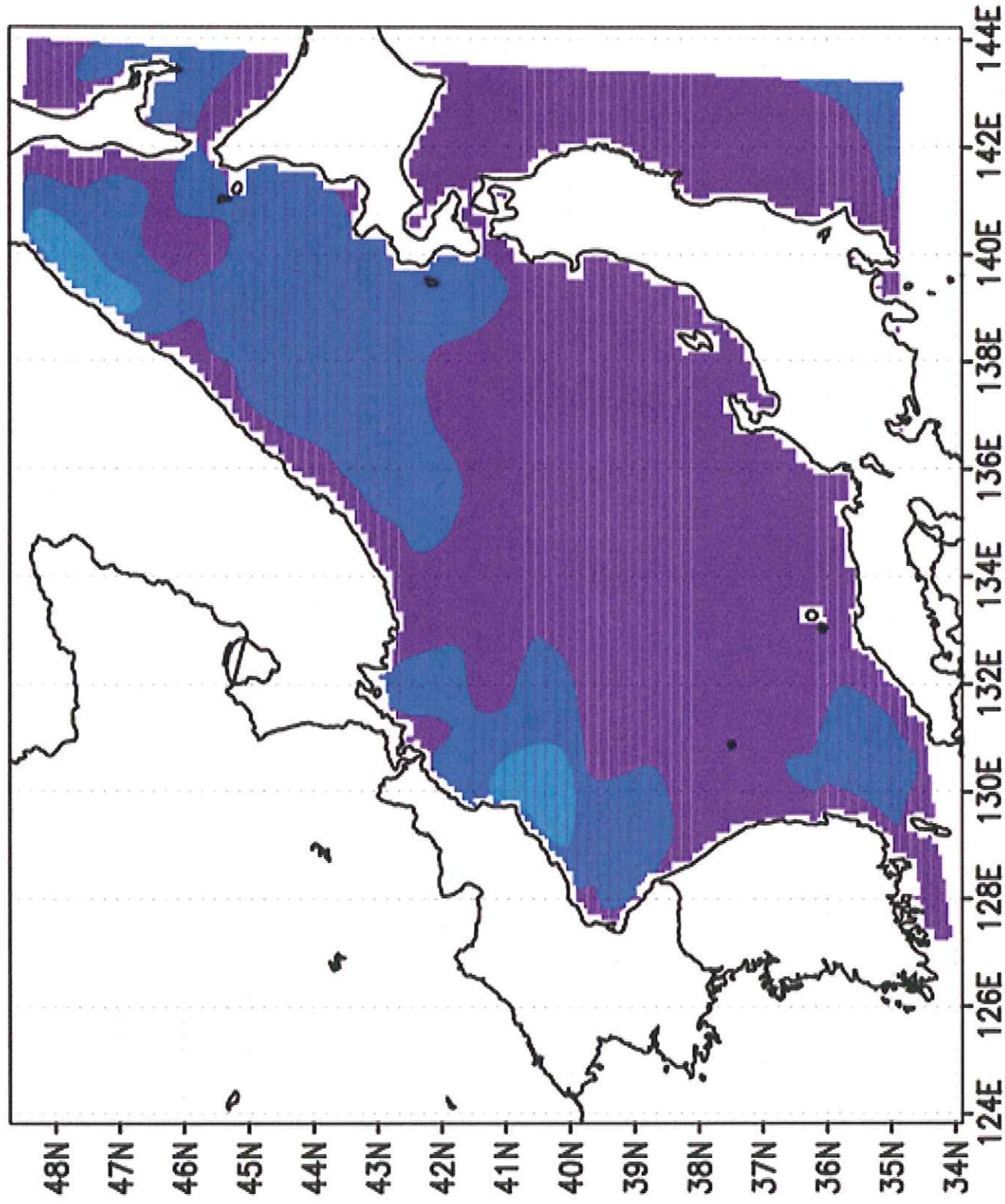
24日0時

Wind vector at 10m above surface Feb. 2008



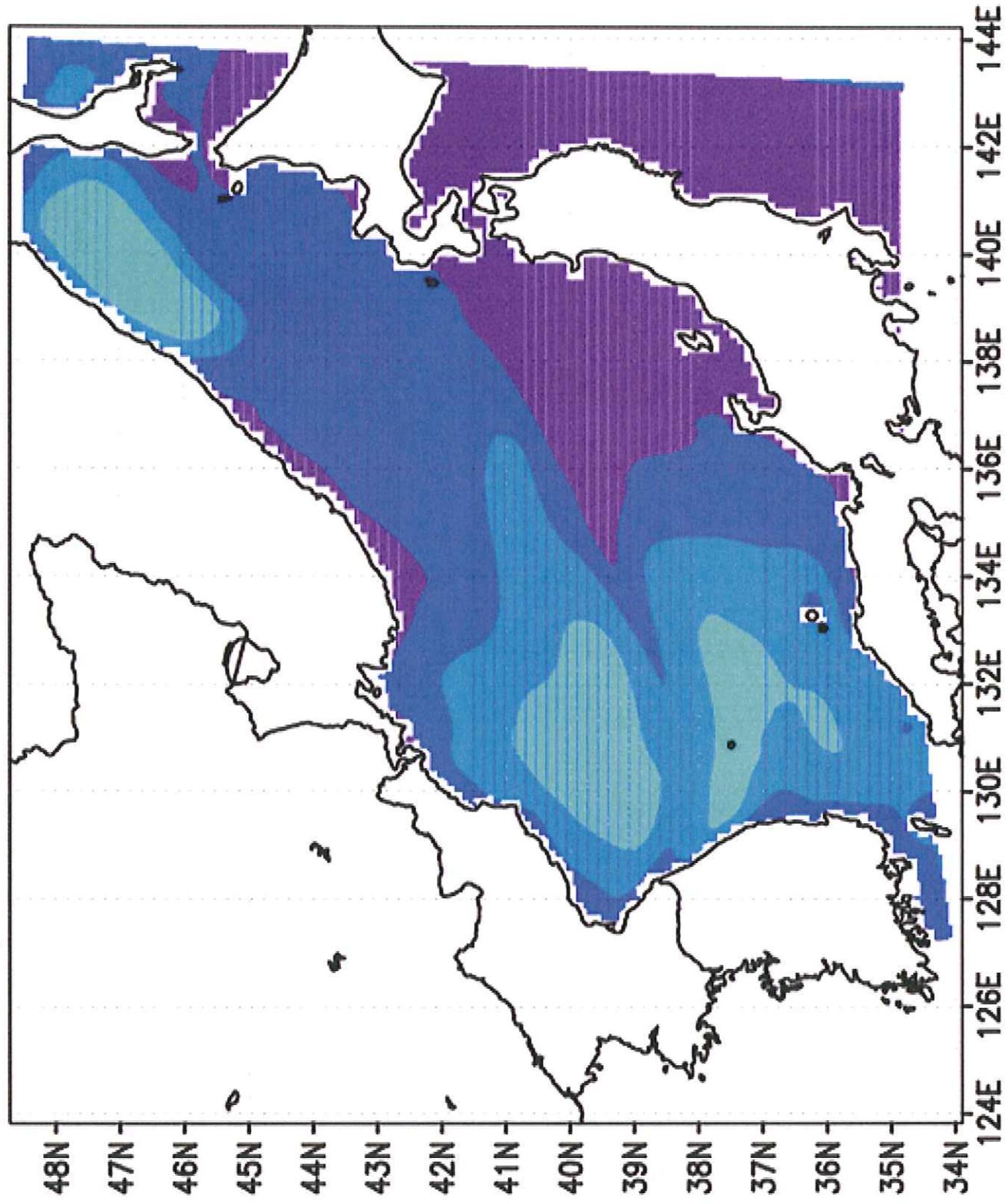
24日6時

Significant wave height(Hs) Feb. 2008



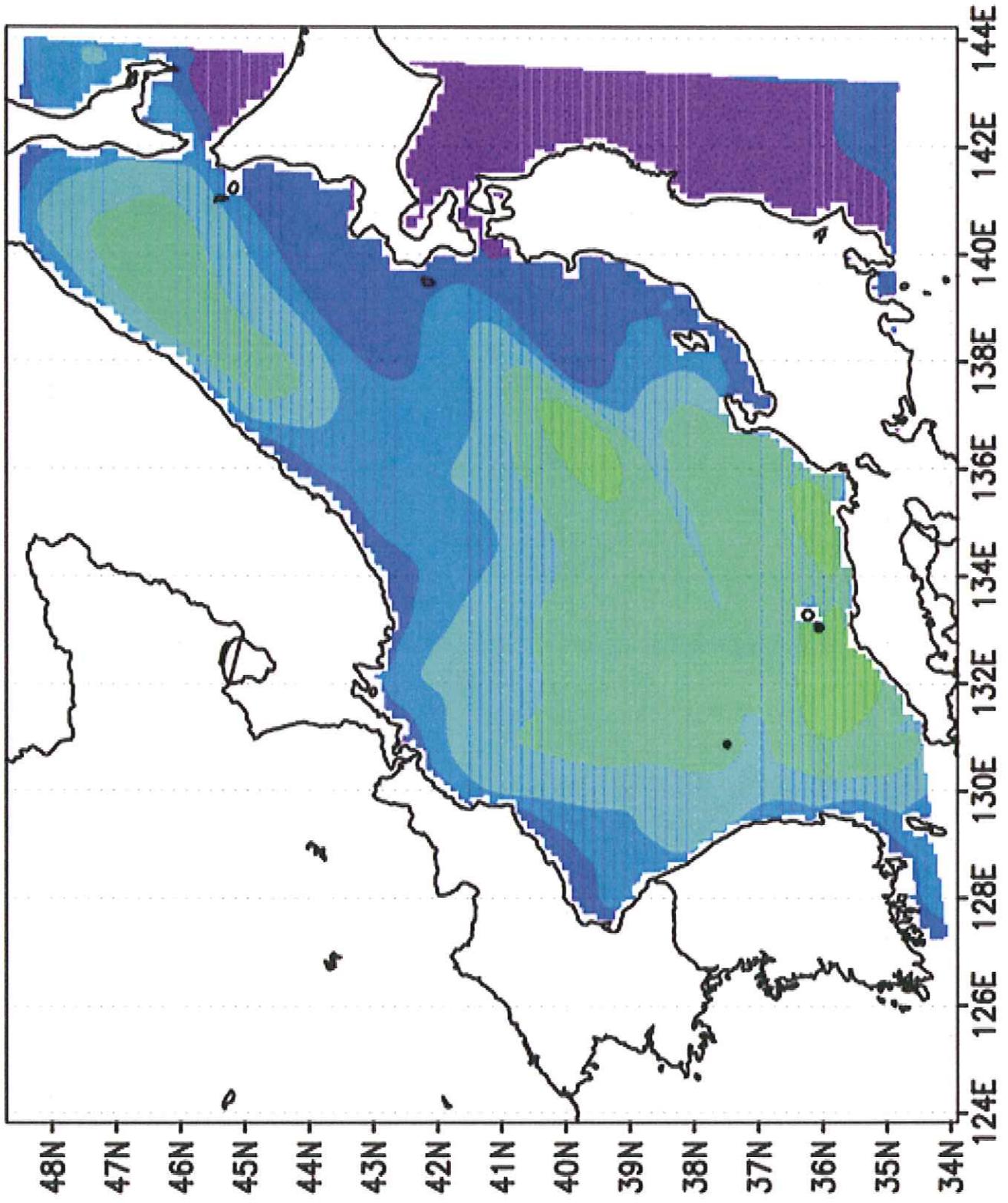
23日0時

Significant wave height(Hs) Feb. 2008



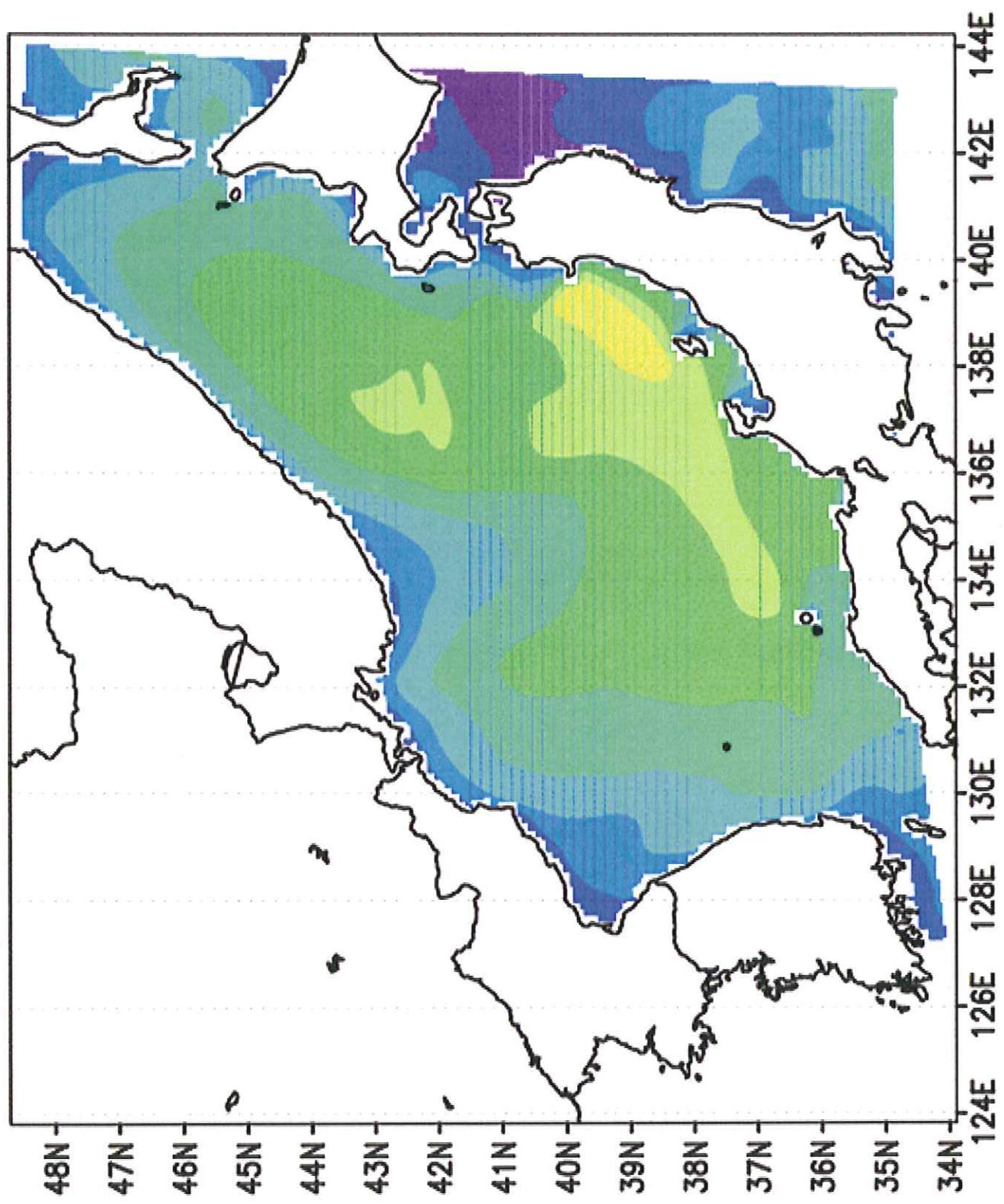
23日6時

Significant wave height(Hs) Feb. 2008



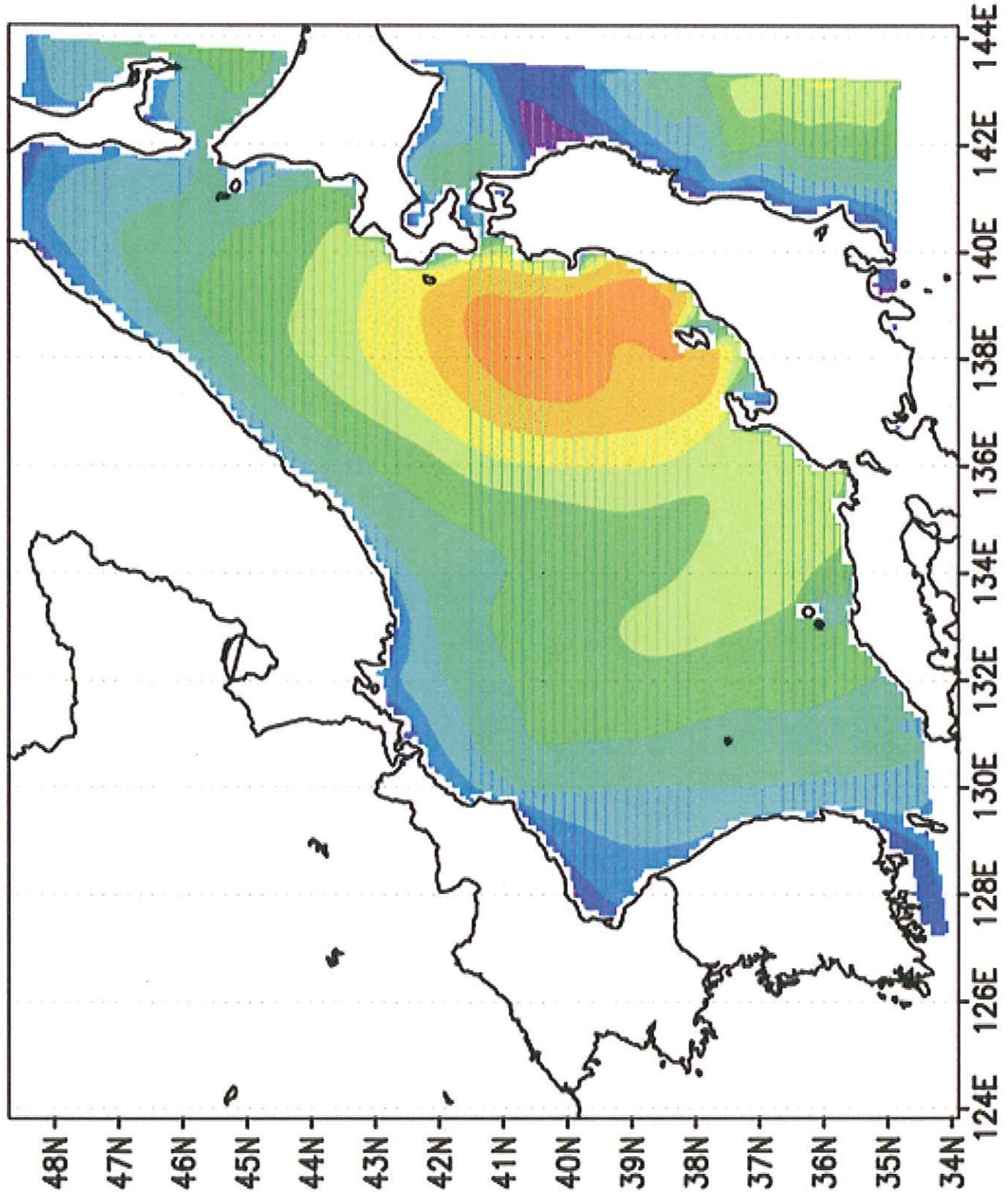
23日12時

Significant wave height(Hs) Feb. 2008



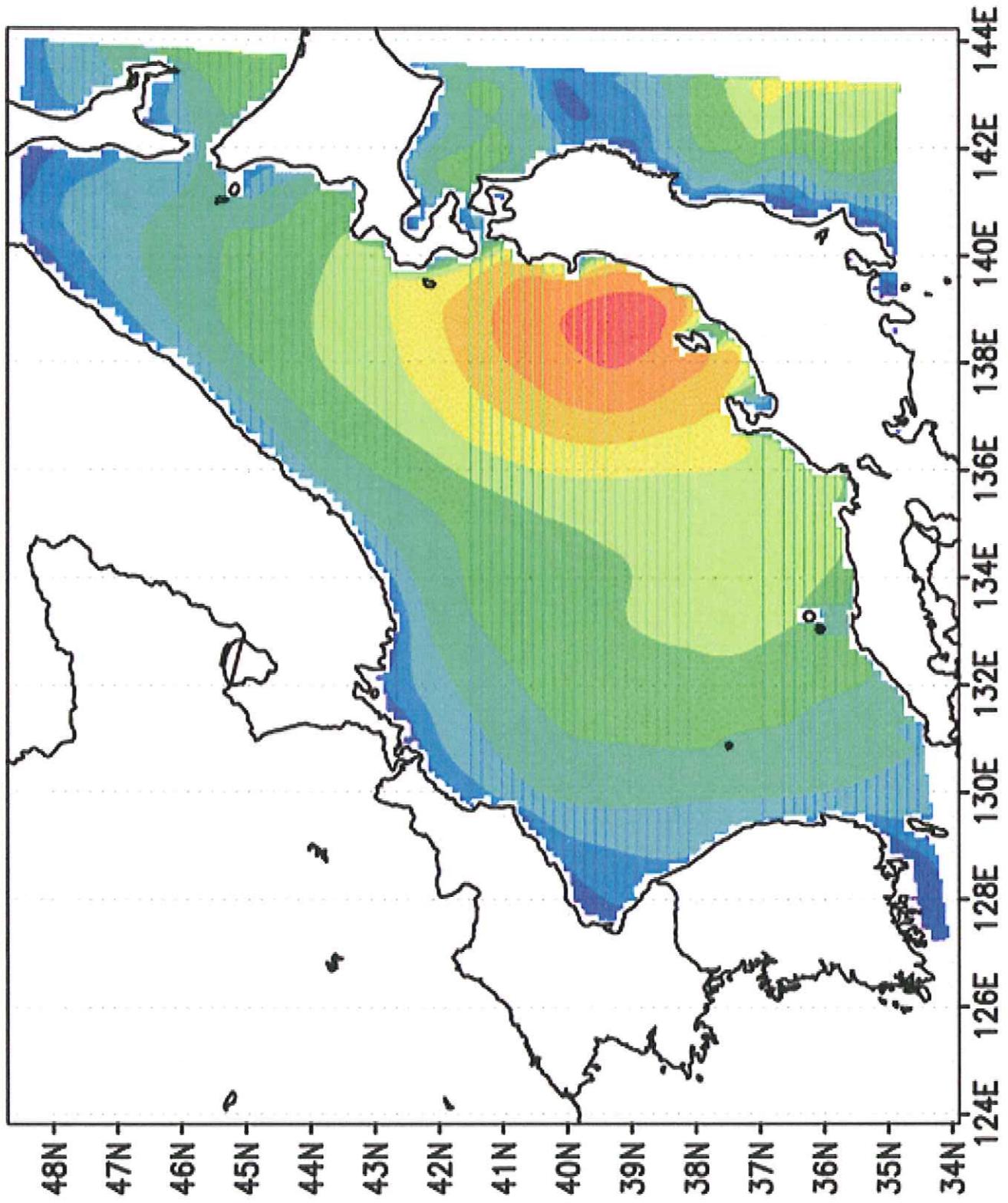
23日18時

Significant wave height(Hs) Feb. 2008



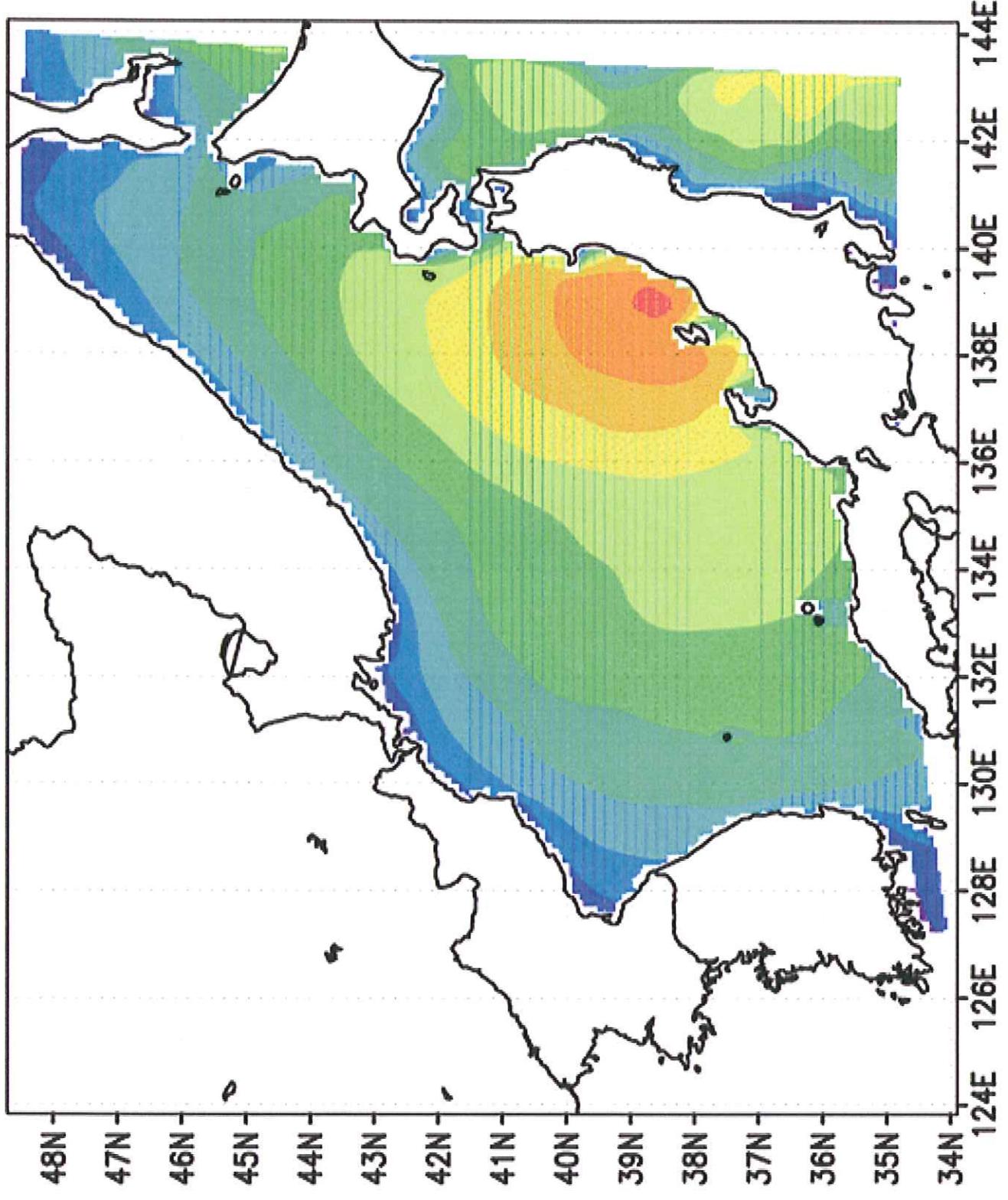
24日0時

Significant wave height(Hs) Feb. 2008



24日3時

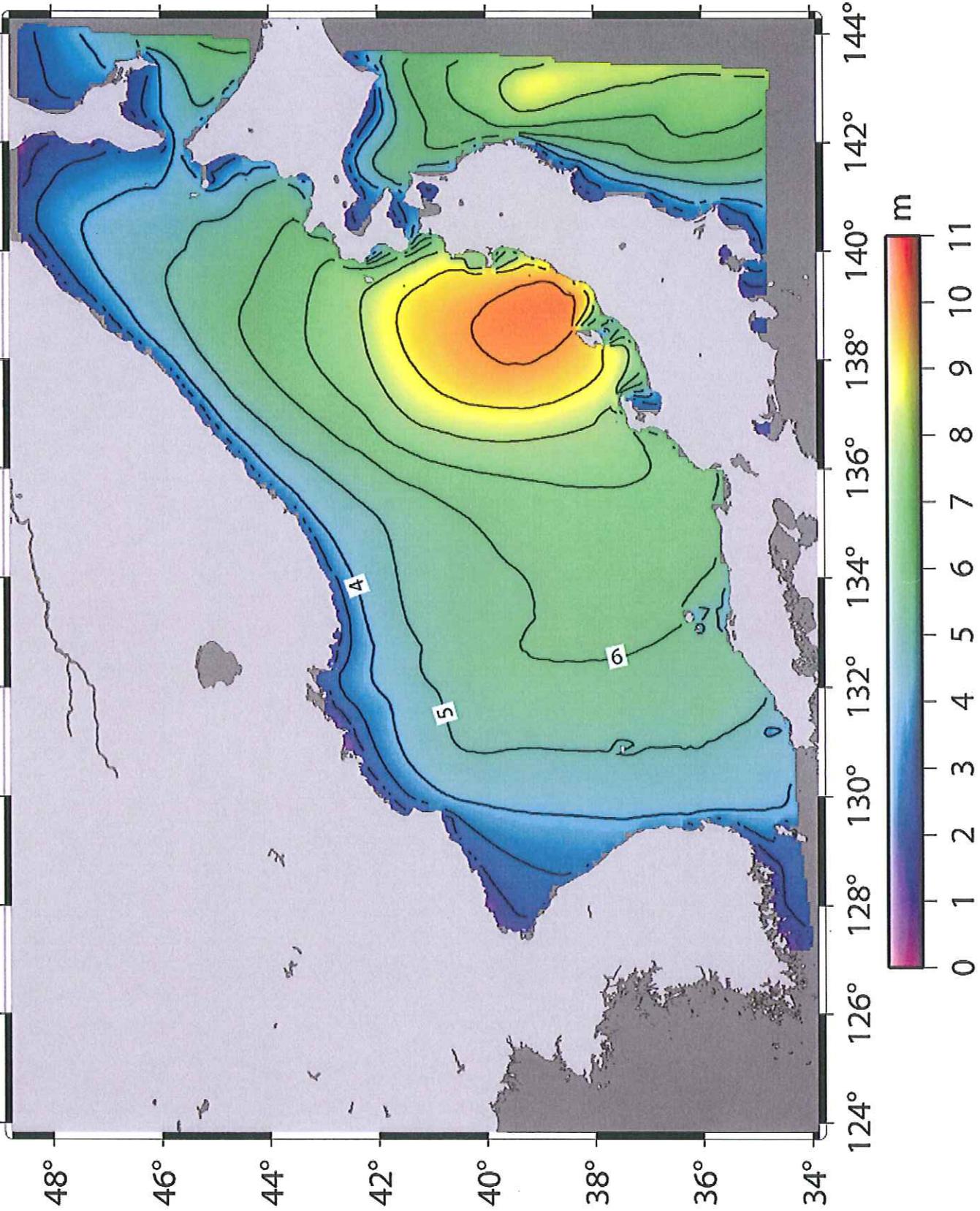
Significant wave height(Hs) Feb. 2008



24日6時

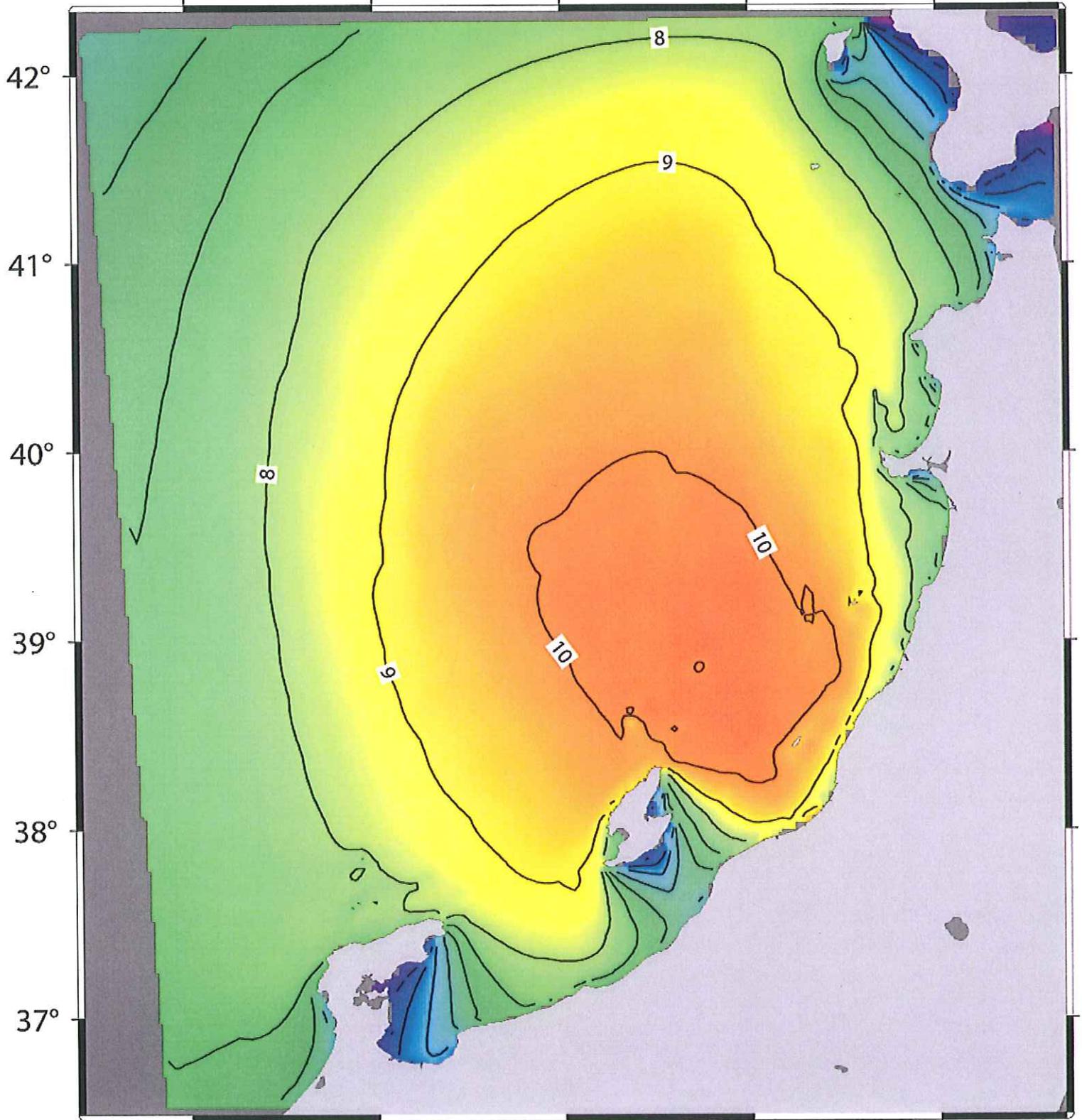
Maximum $H_{1/3}$ (m)

Simulation period : 2008/02/22 09:00 – 2008/02/25 15:00 JST

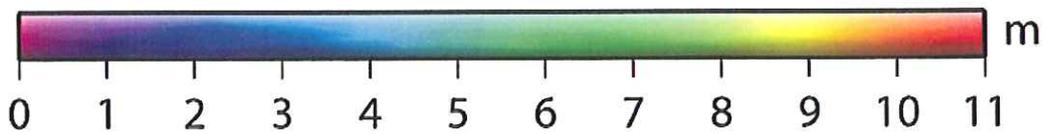


Maximum $H_{1/3}$ (m)

Simulation period : 2008/02/22 09:00 – 2008/02/25 15:00 JST



136° 137° 138° 139° 140°



資料 5 今後の高波浪特性検討方針

今後の日本海高波浪の特性を把握するための検討方針を以下に示す。

① 沖波特性の波浪推算による把握

- ・ うねり性波浪の伝播と北西風による風波の影響の把握
- ・ 過去の寄り回り波をもたらせたうねり性波浪と今回の被災波の比較



図-1 うねり性波浪の伝播と北西風による風波のイメージ

② 浅海波特性の数値計算による把握

- ・被害が生じた漁港周辺の地形特性（半島や島などの遮蔽、急勾配海岸など）
- ・被災時の水位上昇特性
（広域な海水面震動、潮位変動、長周期波、砕波による Wave Set-up など）



図-2 半島や島などの遮蔽

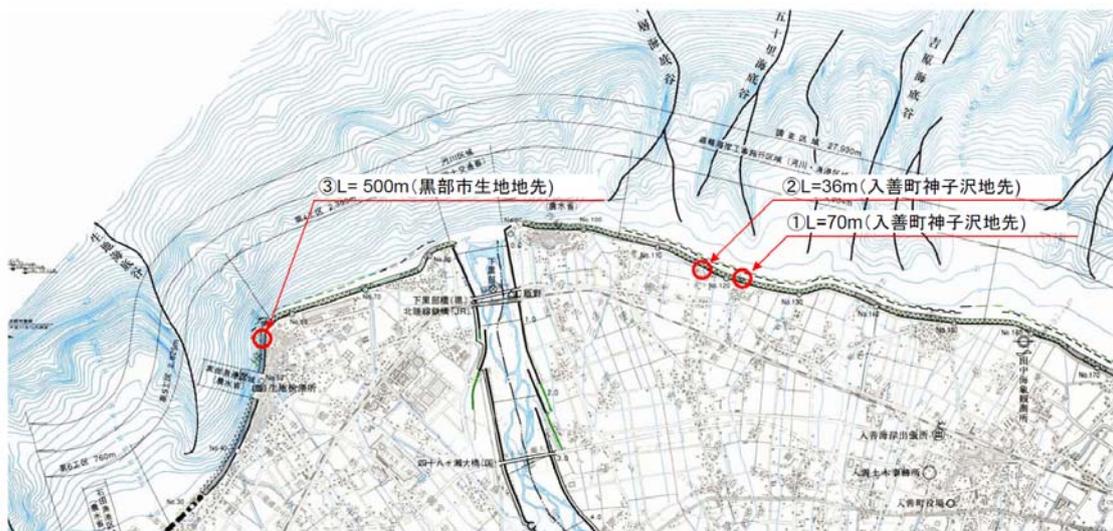
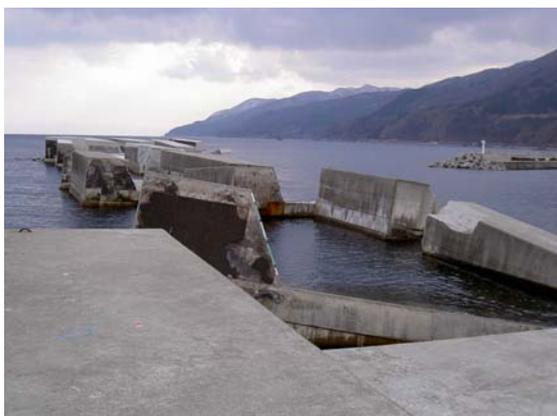


図-3 海底谷が入り込んだ複雑な地形（富山県下新川海岸、黒部河川事務所 HP より）

③ ケーススタディーによる構造物への作用特性の把握

- ・うねり性波浪による漁港施設等への外力の推定
新潟県：鷺崎漁港（防波堤）、水津漁港（防波堤）
富山県：入善漁港海岸（緩傾斜護岸、背後地への越波）



鷺崎漁港（防波堤の被災）



水津漁港（防波堤の被災）



入善漁港海岸（緩傾斜護岸の被災）



入善漁港海岸（越波による被災）

低気圧による高波に係る関係省庁等の連携について

(水産庁)

平成20年2月の日
本海高波浪に関する
技術検討委員会
(学識者、新潟県、富山県、水産庁)

(港湾局)

富山湾における「うね
り性波浪」対策検討
技術委員会
(学識者、富山県、国土交通省)

(河川局)

高波災害対策検討
委員会
(学識者、富山県、関係市町)

高波発生メカニズム共有に関するWG

(学識者、水産庁、国土交通省、気象庁、オブザーバー(国土地理院、海上保安庁、富山県、新潟県等))