

平成 20 年 2 月の佐渡島高波被害に関する研究

Analysis Study of High Wave Disasters in North Area of SADO Island in February of 2008.

犬飼直之¹岡本大²

Naoyuki INUKAI and Dai OKAMOTO

The structures of the ports and dikes in the North-West area of SADO Island, NIIGATA Prefecture Japan were damaged by the high waves due to the two low atmospheric pressures on February 23, 2008. Especially, WASHIZAKI, KITAKOURA and SUITSU in North-East area in SADO Island were damaged by the waves. Though these areas were ordinary relatively calm area from the high waves, however the many harbor's dikes, fishing boats and houses were broken at these areas. This study simulated the wave conditions by using SWAN, and analyzed and explained why the disasters were occurred.

1. はじめに

平成 20 年 (2008 年) 2 月 23 日から 24 日にかけての強い冬型の気圧配置で日本海側沿岸域では高波浪が発生し、富山県の沿岸域では 24 日夕方に寄り回り波と呼ばれるうねり性波浪により大きな被害が発生した。新潟県沿岸域でも佐渡島を中心に高波浪の状態となり、富山沿岸域の被災よりも半日早い 24 日未明には佐渡島北東部地域の北小浦や水津など (図-1) でも高波が来襲し、漁港ケーソン (写真-1, 写真-2) の倒壊や護岸破損の他、漁船や家屋破壊などの被害をもたらした。この地域では、通常は高波浪時でも季節風などの影部となりあまり高波浪にはならない海域であるが、今回の高波浪では被災をしたことから、その発生原因を把握しておくことは今後の防災上とても重要であると考えられる。日本海沿岸域での異常波浪については、駒口ら(1993)らは異常波浪と低気圧との位置関係について調査をした他、永井ら (2008) はこの異常波浪により富山で発生した寄り回り波について考察をおこなっている。本研究では、佐渡島沿岸域に被災をもたらした高波浪時の気象状況および海域の波浪状況を把握するとともに、この災害がどのように発生したかを考察し、この結果を今後の防災対策に資することを目的とする。

2. 本研究の概要

本研究の遂行のためには佐渡周辺海域の波浪情報が必要であるが、この海域では波浪の観測所が少ない上に日本海の広い領域で高波浪が発生したことにより、波浪の水平分布の時間変化を把握することができる数値計算に



図-1 被災漁港位置



写真-1 被災状況 (北小浦漁港) (平成 20 年 2 月 27 日)



写真-2 被災状況 (北小浦漁港防波堤水中)
(平成 20 年 2 月 27 日)

1 正会員 工博 長岡技術科学大学工学部助教
2 工修 日本原燃 (株)

より佐渡島周辺海域の波浪推算を行うこととした。推算結果は領域内の波浪観測データと比較をして計算の正しさを確認した後に、対象とする被災個所の波浪状況を抽出し、災害がどのように発生をしたのかを考察した。

3. 波浪推算

(1) 利用した波浪推算モデルおよびデータ、計算条件
波浪推算には第三世代波浪推算モデル SWAN (Simulating WAVes Nearshore) を用いて数値計算をおこなった。利用したデータは図-2 に示すように日本海洋データセンター提供の 500m メッシュ水深データを利用して佐渡島から新潟県沿岸域にかけての領域を抽出した。また、SWAN を実行させるには入力情報として気象データが必要であるが、本研究では気象業務支援センター提供のメソスケールモデル (MSM) の客観解析データの 2008 年 2 月の 6 時間毎 1 か月間の地表面の風データを利用した。図-3 に MSM の佐渡北部および東部における風速の経時変化を、図-4 に風向の経時変化を示す。

図-3, 4 では被災直前の 23 日過ぎから風向が大きく変動し、風速が増大している。

表-1 に SWAN を実行させる際の計算条件を示す。ここで、地形データおよび風データの解像度が異なるが、SWAN では入力データと計算時および出力データの 3 種類は異なる格子間隔に設定することができるので、本研究では計算時間短縮のために計算時と出力データの格子間隔を同一とした。また、風入力データに用いた MSM が 3 時間毎の情報のため、波浪推算のタイムステップを 3 時間とした。

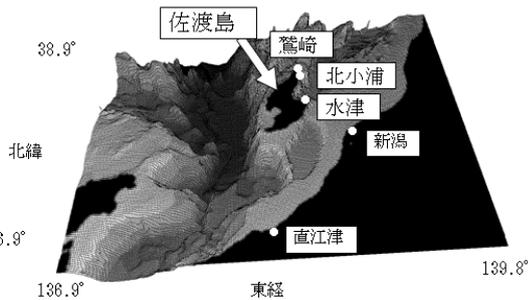


図-2 波浪推算領域

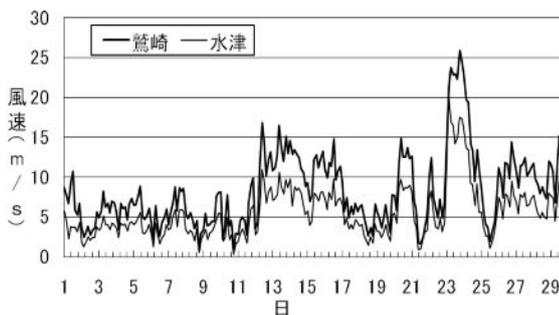


図-3 佐渡各地の風速経時変化 (2008 年 2 月)

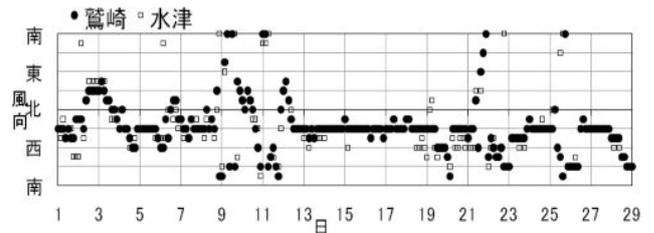
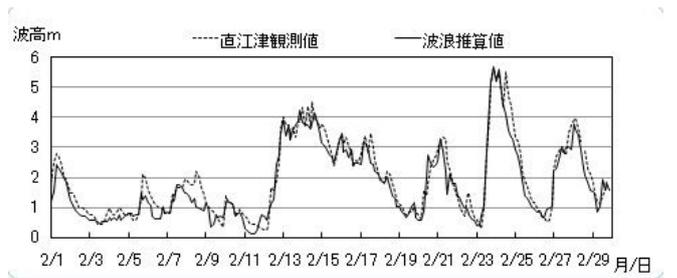


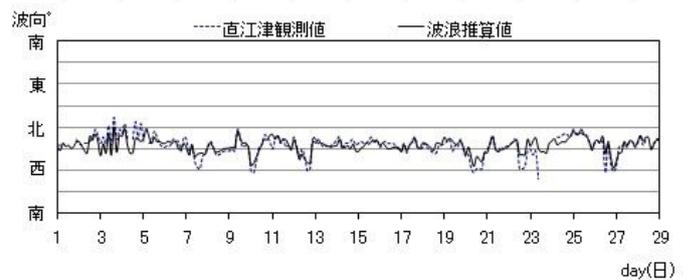
図-4 佐渡各地の風向経時変化 (2008 年 2 月)

表-1 計算条件

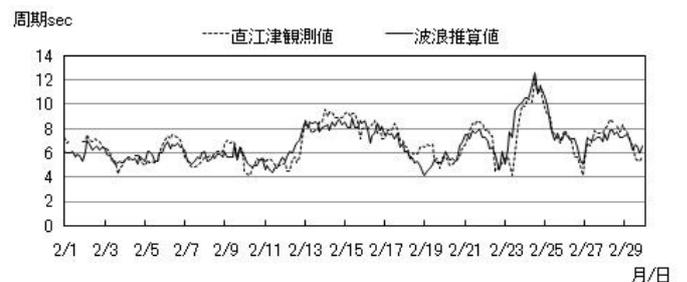
諸元	条件
座標	球面座標
対象領域	佐渡島から新潟県
(経度)	東経 136.9~143°
(緯度)	北緯 33~52°
格子間隔(地形・風)	500m メッシュ
格子間隔(計算)	500m
格子点数(地形)	632 × 570
格子点数(風)	29 × 20
格子点数(計算)	200 × 200
タイムステップ	3 時間



(1) 有義波高



(2) 波向



(3) 有義周期

図-5 波浪結果と観測値 (NOWPHAS) との比較(2008 年 2 月)

(2) 計算の確からしさの検証

推算結果が正しいかどうかを確認するために、2008 年 2 月の 1 か月間の NOWPHAS（全国港湾海洋波浪情報網）の直江津における観測値と比較をおこなった。図-5 に有義波高および波向、有義周期の観測値と推算値の時系列変化を示す。これらの図より、観測値と波浪推算値とを比較すると最大値や数時間の位相差がみられるが、全体の傾向として推算値は観測地の諸元の変動とほぼ同様に変動しており、その値もほぼ一致していることがわかる。これより、この対象領域では精度よく波浪推算が行われていると判断し、これらの結果を利用して佐渡各地の波浪状況を把握した。

(3) 計算結果

図-6 に被災時の有義波高分布を、図-7 に波向分布を、図-8 に有義周期分布を示す。図より、佐渡北部沖の海域では波高は 11m を越える波浪状態であった。波向きは全域でほぼ北西であるが、佐渡東部では北となっている。また、有義周期は佐渡北部沖で 13 秒程度であり他水域よりも長い周期となっている。次に、図-9 および図-10 に 2008 年 2 月の 1 ヶ月間の佐渡北小浦沖および新潟沖の有義波高の経時変化および有義周期の経時変化を示す。図より、被災日の 23 日から 24 日にかけて 1m 程度だった波高が 7m 弱と増大し、同時に周期も 6 秒弱から 12 秒強へ増大している。また、図-11 に波高の 2 乗に周期を乗じて求められる波のエネルギーフラックスの経時変化を、図-12 に波向と波のエネルギーフラックスとの関係を示す。図-11 より、被災時の時間帯に波エネルギーは突出して増大しており、図-12 より、波向が北北西から北北東にかけて波エネルギーが増大している。特に北小浦では北から北北東の波向きで増大しており、北北東（北向から時計回り方向 20 度）の波向時であった 24 日 0 時に最大値となっている。

表-2 に各地へ到達する沖波の波高および波向、周期の最大値を示す。表より、鷲崎では波高 6.94m および周期 12.54 秒、北小浦では波高 6.85m および周期 12.17 秒であった。このように各地へは比較的高波浪で長い周期の波浪が到達していたことより佐渡各地での海岸構造物に大きな被害をもたらしたと考えられる。

4. 高波浪となった背景の考察

図-13 に MSM による 2 月 23 日 6 時および 18 時の風況を、図-14 に気象庁提供の同時刻の気圧配置図を示す。図-13 図中、細かい矢印は風向を示し、濃色ほど風速が大きい。図より、23 日の早い時間には日本海の新潟沖と太平洋の東海沖に 2 つの低気圧が位置しており、これらが北東へ進行していたが、その後 12 時頃から 21 時過ぎまで日本海側を進行していた低気圧が秋田県上空で停滞した。

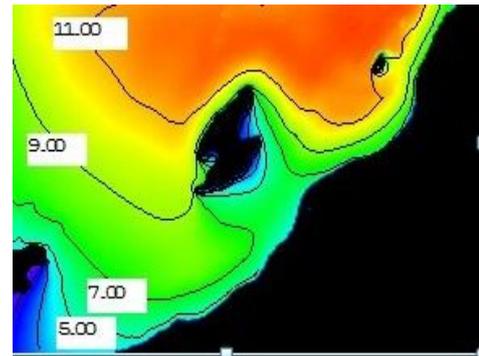


図-6 被災時の波高分布 (有義波高, 単位: m)
(2008 年 2 月 24 日 3 時)

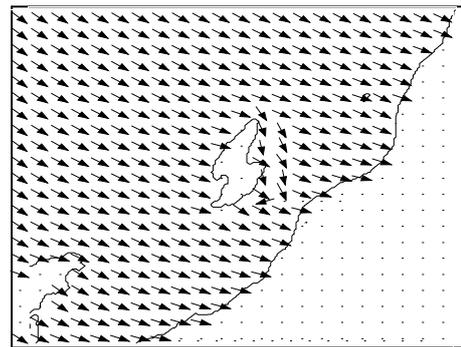


図-7 被災時の波向分布 (2008 年 2 月 24 日 3 時)

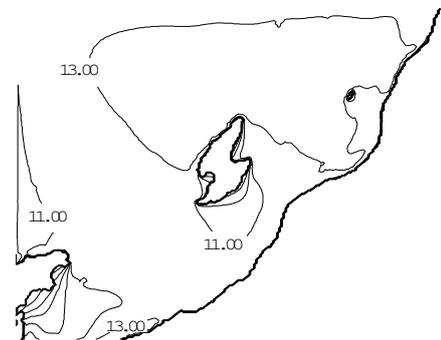


図-8 被災時の周期分布 (有義周期, 単位: 秒)
(2008 年 2 月 24 日 3 時)

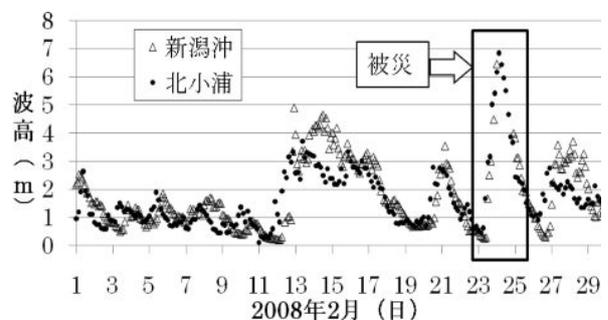


図-9 各地の波浪経時変化 (有義波高)
(推算結果, 2008 年 2 月)

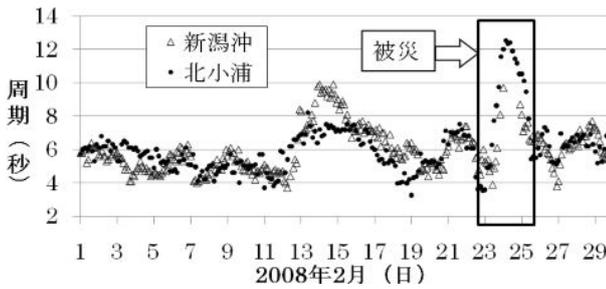


図-10 各地の波浪経時変化 (有義周期)
(推算結果, 2008 年 2 月)

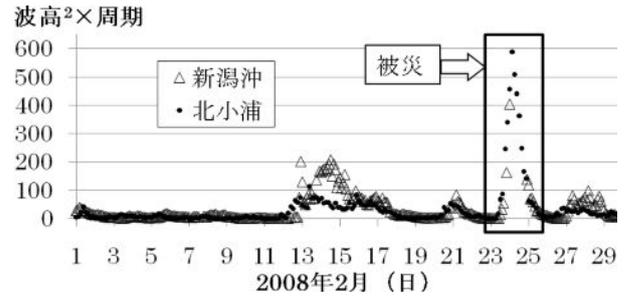


図-11 各地の波エネルギーフラックス経時変化(H²T)
(推算結果, 2008 年 2 月)

これにより、通常では発生しない北海道の西側海域から南西方向へ吹送する強風域が形成され、通常の典型的な日本海を南東方向へ吹送する強風域が佐渡北部海域で合流し、佐渡へ到達するような風況となっている。これにより通常の南東方向の風に吹送されて発生する波浪の他に、秋田沖から南西方向へ吹送する長周期の波浪が生成し、それが佐渡沖であわさったのだと考えられる。このように、佐渡今回の被災は特殊な気圧配置になることにより複雑な風況場が生成され、通常は陰部となる佐渡東側沿岸域へも高波浪が到達したのだと考えられる。

このような、波浪状況がどれくらいの頻度で発生するのかを確認するために、新潟沖におけるナウファスターの2004年1月1日から2007年12月31日までの2時間毎の波浪データを用いてこの期間の波のエネルギーフラックスを求めた。図-15に新潟沖における波向と波のエネルギーフラックスとの関係を示す。図より、今回のように波高6m、周期12.6秒と同等の波のエネルギーフラックスは2007年1月7日の爆弾低気圧の通過の際に発生しているが、その他では発生しておらず、発生頻度が低いことがわかる。

5. 主要な結論

佐渡周辺の波浪推算を実施し、2008年2月24日未明に発生した佐渡北部での高波被害の当時の波浪状況を再現した。これにより被災当時、被災地沖には高波浪で長い周期の波浪が到達していたことを確認した。また、このような高波浪が到達した背景には、強く発達した2つの低気圧が日本海上空を移動するという特殊な気象状況によってこの海域では複雑な風況となり、北海道沖から佐渡へ向けて強風が吹送することにより高波浪が生成され、それが佐渡へ到達したと考えられる。

謝辞: 本論文で掲載した北小浦漁港の被災写真はダイビングショップ・フリーウェイ (新潟県佐渡市) から提供していただいた。ここに謝意を表す。

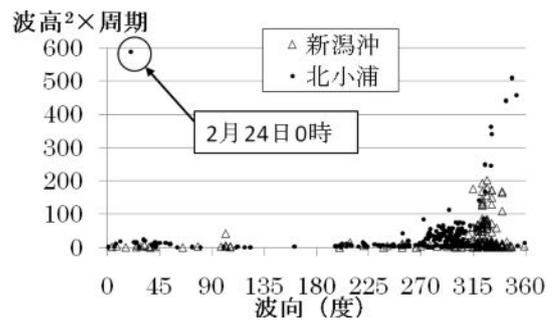


図-12 各地の波向と波エネルギーフラックスの関係(H²T)
(推算結果, 2008 年 2 月)

表-2 佐渡各地の波浪推算値 (最高値)

地名	出力	推算値	発生時刻
鷺崎	波高 m	6.94	2月24日 3時
	波向°	NNE	
	周期 s	12.54	
北小浦	波高 m	6.85	2月24日 3時
	波向°	NNE	
	周期 s	12.17	
両津	波高 m	5.31	2月24日 3時
	波向°	NNE	
	周期 s	12.17	
水津	波高 m	6.48	2月24日 3時
	波向°	NNE	
	周期 s	12.26	

参考文献

永井紀彦・平石哲也・河合弘泰・川口浩二・吉永宙司・大釜達夫(2008): 波浪観測網が捉えた2008年2月24日の日本海沿岸高波の特性, 第55回海論文集, pp.146-150.
 水産庁, 新潟県, 富山県 (2008): 平成20年2月の日本海高波浪に関する委員会とりまとめ, 平成20年2月の日本海高波浪に関する技術検討委員会.
 新潟県地方気象台 (2008): 平成20年2月23日から24日にかけての新潟県内の強風と高波に関する気象速報.
 新潟県防災局危機対策課 (2008): 暴風による被害状況 (第7報).
 新潟県防災局危機対策課 (2008): 暴風による被害状況 (第11報).
 国土交通省北陸地方整備局 (2008): 富山湾における「うねり性波浪」対策検討技術委員会報告書.
 小林智尚, 座波慎一郎, 安田孝志(2003): 波浪推算モデル SWAN

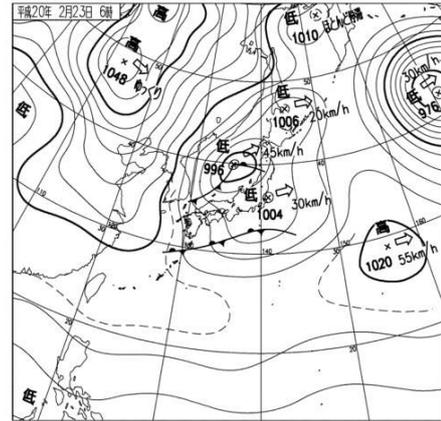
による伊勢湾台風時波浪の再現, 海岸工学論文集, 第 50 巻, pp.181-185.

駒口友章・土屋義人 (1993): 日本海西部沿岸における発達初期の季節風による異常波浪の予知, 第 40 回海講論文集, pp.106-110.

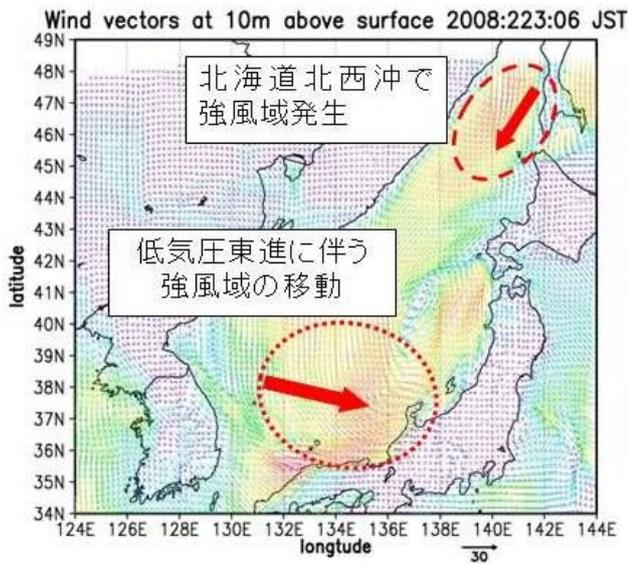
日本海洋データセンター: 500m メッシュ水深データ (オンライン, http://www.jodc.go.jp/index_j.html).

全国港湾海洋波浪情報網 (ナウファス): ナウファス波浪データ (オンライン),

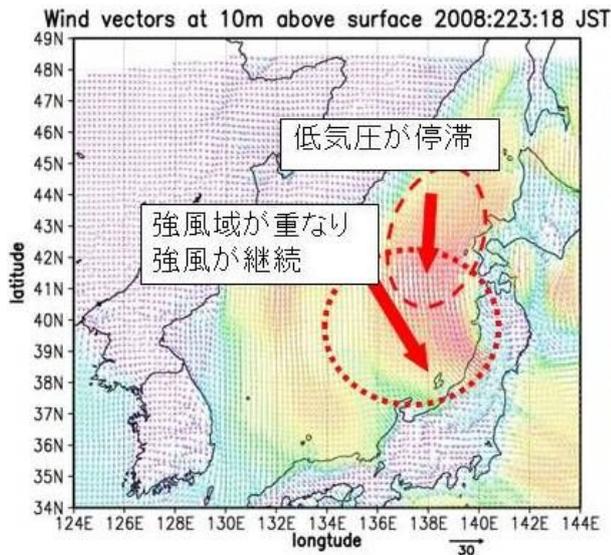
<http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/index.html>



(1) 2008 年 2 月 23 日 6 時



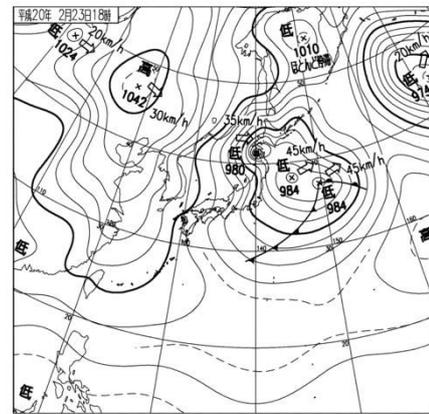
(1) 2008 年 2 月 23 日 6 時



(2) 2008 年 2 月 23 日 18 時

図-13 風況の変化

(気象庁メソスケール客観解析データ)



(2) 2008 年 2 月 23 日 18 時

図-14 気圧配置の変化(気象庁)

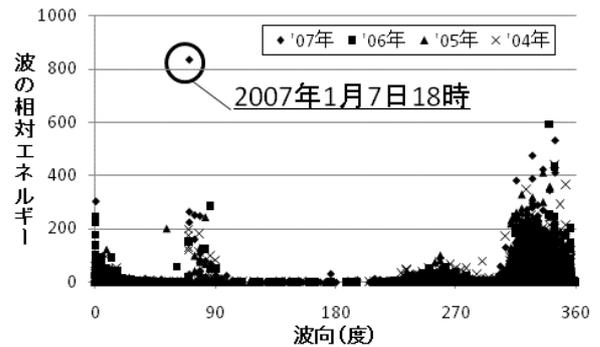


図-15 新潟沖における波向と波エネルギーフラックスとの比較 (ナウファス, 2004 年 1 月 1 日 0 時~2007 年 12 月 31 日 22 時)