

ニューラルネットワークを用いた日本海沿岸域でのうねり性波浪の予測に関する研究

その1 ー入力値に気象データを用いた場合ー

金沢大学大学院 学生会員 ○小久保元貴

金沢大学 正会員 斎藤武久 京都大学 フェロー 間瀬肇

1. 研究の背景

日本海沿岸域におけるうねり性の高波の発生は、特に、富山湾沿岸域では寄り回り波として知られ、その発生機構に関する研究や、被災調査に関する研究が多く行われてきている。^{1) 2) 3)}

寄り回り波は、北海道に発達した強い低気圧による気圧傾度力とコリオリ力とによって日本海北部の暴風域で発生した波が長い距離を伝搬して富山湾へ到達するものである。さらに、その発生の時間差から天候が回復した頃に来襲することや、富山湾へ侵入する際に独特の藍瓶と呼ばれる入り組んだ地形の影響を受け、局地的な高波になることが特徴的であり、高波が発生する地域差が顕著となる警戒の難しい波浪である。この寄り回り波による被害調査では、1926年から1987年までの間に被災回数は141件に上り、年平均で2~3回の被災が確認されている²⁾。最近の2008年2月に発生したケースでは、死亡者1名、重軽傷者15名、住宅全壊4棟など被害総額が約34億円と推定されている³⁾。

一般に、沿岸災害としては2011年の東北地方太平洋沖地震津波を契機に、将来的にその発生が高い確率で予測されている南海・東南海地震に伴う津波への災害対策など津波災害が注目される傾向にある。しかしながら、日本海側において、例えば、これまでの主要な津波の件数が太平洋側の175件に比べ20件と小さい⁴⁾ことから鑑みた場合、うねり性の高波が及ぼす災害への対策は必要不可欠と言える。

2. 従来の研究のおよび本研究の目的

2008年2月23日に富山湾で発生した寄り回り波に関して、間瀬ら⁵⁾はGFS-WRF-SWANを組み合わせた波浪推算モデルを用いて、寄り回り波の追算を行い、解析結果から、寄り回り波の発生のリアルタイム予測の可能性を示唆している。また、国土交通省⁶⁾は「うねり性波浪」対策検討技術委員会のもとで、「うねり性波浪」予測・監視システムの開発を行っている。これはWAMなどの数値シミュレーションを基に波浪予測

を行いながら、併用してNOWPHAS波浪観測値の監視を行い、波浪予測情報の補完をすることで、精度高く日本海側における高波の来襲情報を知らせるシステムである。しかしながら、現状において、「うねり性波浪」予測・監視システム⁶⁾では、風向・流向などの解析精度が不十分であり、寄り回り波の発生を的確に評価するにはまだ至っていない。

一方で、間瀬ら⁷⁾は、大阪湾内への来襲津波の推定にニューラルネットワークを援用し、リアルタイム津波予測法の検討を行っている。この手法は、あるデータ間の因果関係が不明確で入出力関係のプログラム化が困難な場合などに、入出力関係を具現化することが可能となるツールとして活用されている。

本研究では、以上を考慮し、間瀬ら⁷⁾の研究を参考にしながら、ニューラルネットワークを用いて寄り回り波の発生の予測手法を構築することを目的とする。

3. 研究の手法

本研究では、上述のような高解像度かつ膨大な計算を行うことに代わって、ニューラルネットワークを用いたよりシンプルで計算負荷の少ない手法を用いることによりうねり性の波高予測することを目的とする。具体的には、寄り回り波の発生要因となる気象・海象情報をインプットデータとし、当該地点での波高をアウトプットとするニューラルネットワークの構築を試みる。その際、間瀬ら⁷⁾に倣い、入力層、中間層および出力層からなる階層型ニューラルネットワークを採用し、中間層にはlog型シグモイド関数、出力ユニッ

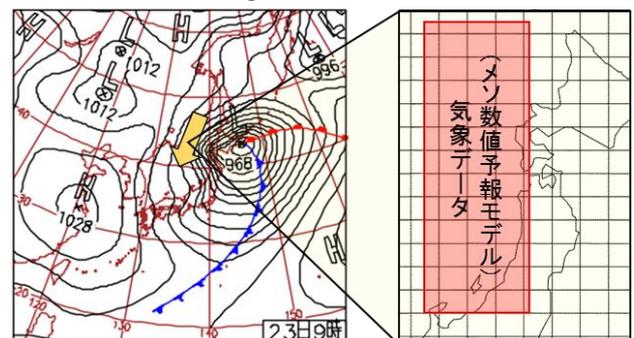


図-1 うねり性波浪発生時における典型的な気圧配置 (右) 気象データの対象範囲 [赤色] N37~46, E136~141 (左)

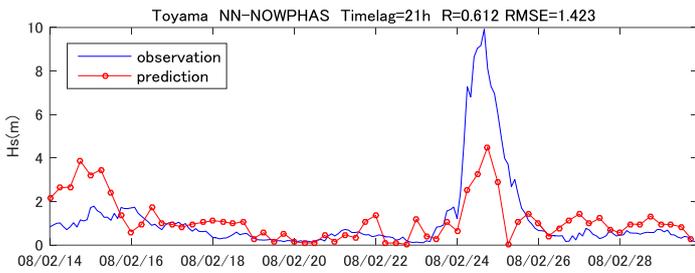


図-2 予測波高および観測波高との比較 (富山 / 予測時間 21h)
 入力データとして、MSM 対象 50 地点の気圧と風速と NOWPHAS 富山観測点での有義波高(入力数 101), 出力データとして、入力値から 21 時間後の NOWPHAS 富山観測点での有義波高(出力数 1)を用いた場合. 教師データとして、2007/1/4~13, 2005/12/23~31, 2004/2/20~29(うねり性波浪の発生している日の前後四日間)を用いてネットワークを構築し、2008年2月13日から29日の富山での波高の予測値を3時間毎にプロット.

トには線形関数を用いる. また、学習法には、LM 法を用いた手法を基本に解析を進める. 本研究では、寄り回り波の発生メカニズムに着目した場合、例えば日本海沿岸域での波浪は特定地点間の気圧差の経時変化等から予測を可能とする土屋ら⁸⁾の研究成果を参考にし、日本海を囲む沿岸域地点間での気圧差やその他のデータを入力データとして議論を進める. そこで本稿で対象とする気象データは、日本海北方からうねり性波浪が伝搬してくることを鑑みて緯度 136~141 度、経度 37~46 度の範囲において 1 度間隔とした計 50 地点における気象庁のメソ数値予報モデル GPV (MSM) の気象データを使用する (図-1). また、波浪データとしては NOWPHAS の有義波高データ⁹⁾を用いて、ニューラルネットワークの構築を試みた.

4. 解析および考察

MSM の気象データと NOWPHAS の波高データ入力値として、21 時間後の NOWPHAS の波高データを出力値とするニューラルネットワークの構築を行った. 入力値の要素としては、気圧、風速、波高、気圧勾配の 4 つの要素を考慮して解析を行う. 図-2 は富山において、入力値要素に気圧、風速、波高の 3 つを用い中間層ユニット数 8 個のもとで、うねり性波浪の発生している過去 3 つのイベントを教師データとして、21 時間後における 2008 年 2 月の波高予測したものである. また、図-3 は入力値要素として気圧、風速、波高、気圧勾配の 4 つを用いて、他は図-2 と同条件で解析を行ったものである. このことから、21 時間先を予測するにおいて、入力値要素として風向や気圧位置情報等をインダイレクトしている気圧勾配を取り入れることで、

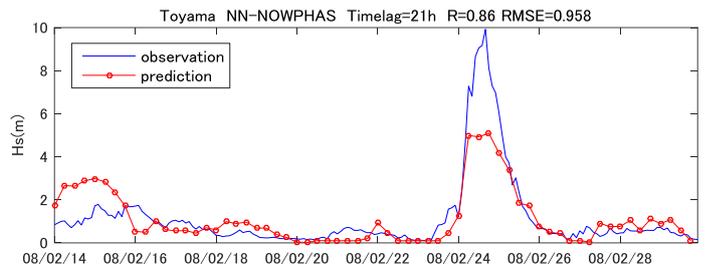


図-3 予測波高および観測波高との比較 (富山 / 予測時間 21h)
 入力データとして、図-2 の入力値条件に加えて中心差分を行なった南北方向の気圧勾配 (入力数 151), 他出力条件と教師データ条件は図-2 と同様.

予測精度の向上がみられる. しかし、過去 2008 年 2 月の波浪を越えるうねり性波浪が発生していないため、波の立ち上がりは良く表現できているが、波高ピーク値を予測することができていない.

5. まとめ

本研究では、寄り回り波の発生予測に際して、波高のみならず日本海を囲む沿岸域地点間での気圧差やその他のデータを入力データとして取り入れたニューラルネットワークを構築することによって、従来の大規模な計算に変わって、より効率的に高波の発生を予測可能とすることが期待される. 2008 年 2 月以外の他の期間における予測結果や更なる入力値の検討等、詳細なニューラルネットによる解析結果については発表会当日の説明で行う.

参考文献

- 1) 永井紀彦ら (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, 海岸工学論文集, 第 55 巻, pp.146-150.
- 2) 畑田佳男・山口正隆 (1998) : 富山湾における特異波浪「寄り回り波」の予測法に関する予備的検討, 愛媛大学工学部紀要, 第 17 巻, pp.261-271.
- 3) 川崎浩司ら (2008) : 富山県東部海岸における 2008 年 2 月高波による被害調査, 海岸工学論文集, 第 55 巻, pp.151-155.
- 4) 地震予知総合研究振興会 松浦律子: 日本海沿岸での過去の津波災害, http://cais.gsi.go.jp/YOCHIREN/report/kaihou90/12_14.pdf
- 5) 間瀬肇ら (2008) : 富山湾沿岸に災害をもたらした 2008 年 2 月冬季風浪の予測と追算シミュレーション, 海岸工学論文集, 第 55 巻 pp.156-160.
- 6) 国土交通省 北陸整備局: 北陸沿岸域波浪予測検討業務報告書 (平成 25 年 3 月).
- 7) 間瀬肇ら (2007) : ニューラルネットワークを用いた大阪湾内への来襲津波のリアルタイム予測に関する研究, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.201-205.
- 8) 土屋義人ら (1985) : 日本海中部沿岸における波浪の相関予測法, 第 31 回海岸工学講演会論文集, pp.149-153
- 9) 国土交通省港湾局: 全国港湾海洋波浪情報網 (ナウファス) 波浪データ, <http://www.mlit.go.jp/kowan/nowphas/>