

ニューラルネットワークを用いた日本海沿岸域の高波予測に関する研究

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 正会員 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、併用してナウファス波浪観測値の監視

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、間瀬ら⁵⁾の研究では風向・流向などの解析精度が不十分であり、「うねり性波浪」予測・監視システム⁶⁾では、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. 研究の手法および準備状況

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(図-1)を採用し、中間層にはlog型シグモイド関数、出力ユニッ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。

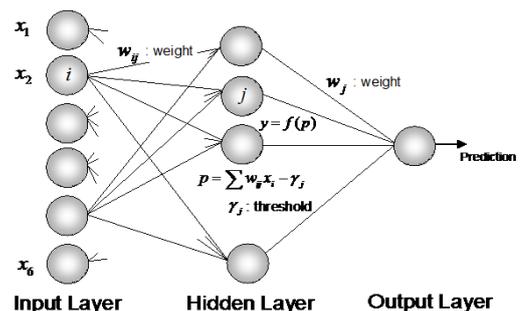


図-1 階層型ニューラルネットワーク

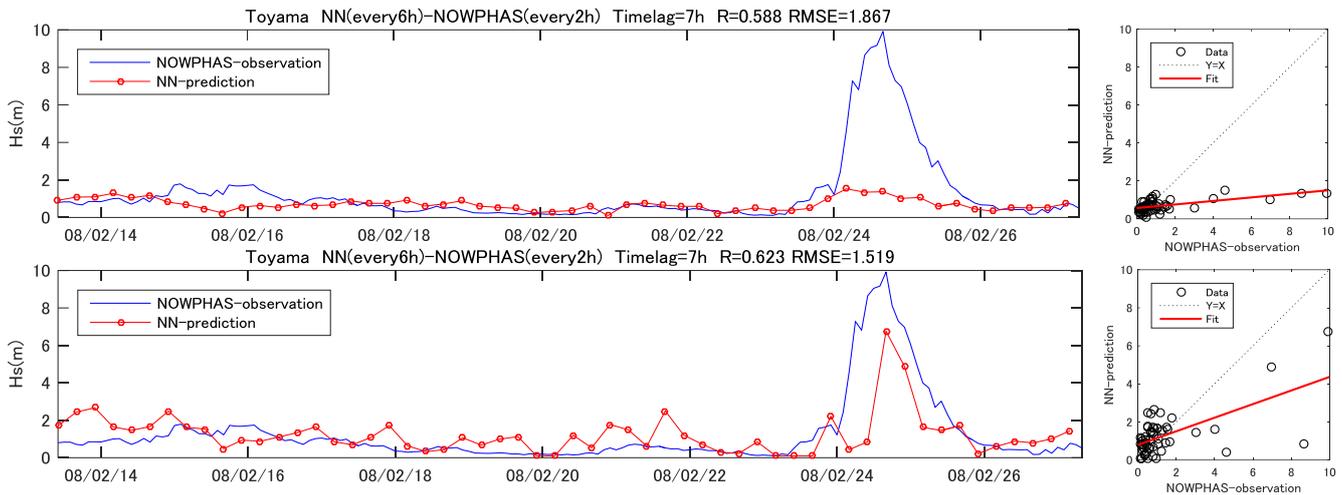


図-2 富山湾における2008年2月のNOWPHAS波高観測値とNNによる波高予測値
 上図：Train期間2007年2月 下図：Train期間うねり性波浪発生イベント

なお、大阪湾内の津波予測にニューラルネットワークを適用した間瀬ら⁷⁾の研究では、沖合(白浜)の観測点での波高データを入力値として、対象領域(神戸港から関西空港)における水位の最大上昇量および低下量を予測するネットワークを構築しているが、入力データには波高データのみが採用されている。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。

4. 解析および考察

気象庁のメソ数値予報モデルGPV(MSM)の気象データを入力値として、ナウファスの波浪データ⁹⁾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P、風速V、風向Aの3つの要素を考慮して解析を行う。図-2は富山湾において、入力値要素に気圧P風速Vを用い中間層ユニット数8個のもとで2007年2月一ヶ月間をトレーニングデータとして、翌年2008年2月の波高予測したもの(上図)と、同条件のもと2008年2月23日以前に大きなうねり性波浪が発生した日(2007/1/8, 2006/10/8, 2005/12/26, 2004/12/6, 2004/2/23, 2003/3/8)をトレーニングデータとして、2008年2月の波高を予測したものの(下図)である。このことから、うねり性波浪が発生したイベントを複数学習させることにより、2008年2月24日の大規模なうねり性波浪の予測精度が向上することがわかる。以上の結果をもとに、さらに入力対象範囲の拡大縮小の検討や、入力値要素に新たに数時

間前の波高を取り入れた自己回帰ニューラルネットワークの構築等を行っていく。詳細なニューラルネットワークによる解析結果については発表会当日の説明で行う。

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。

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/>