

河川狭窄部における水位上昇時の水理特性を考慮した水位予測モデルの構築

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○竹村仁志, 新原輝, 山下健作, 高野瑞己
国土交通省 木津川上流河川事務所 中村大輔, 山本洋

1. はじめに

木津川は, 柘植川・服部川と岩倉地点で合流し, 合流後にある岩倉狭は川幅が約 60m, 延長約 5km の狭窄部のため, 洪水疎通が著しく阻害される(図1参照). そのため, 直上流の上野盆地で湛水し, たびたび浸水被害をもたらしている. これに対して三重県上野地区では, 洪水調節機能の確保と伊賀市周辺の治水対策を目的として, 上野遊水地を平成 27 年 6 月から運用を開始している. 上野遊水地の管理運用には, 岩倉水位観測所の実績水位が活用されているが, 河川狭窄部の



図2 木津川上流部の状況

の水位上昇特性に着目した水位予測モデルの精度が確保されれば遊水地管理の高度化に有効である. その中で, 岩倉狭窄部の影響により洪水時の水面勾配は時々刻々変化しており, HQ 式を用いた水位予測が難しい特徴がある. 本研究は, 岩倉峡上流域を対象に, ニューラルネットワークを用いた水位予測モデル(以下, NN モデルという.)を構築し, 河川狭窄部での水理特性を考慮した NN モデルの適用性を示し, 出水時に活用できるように水位予測エクセル(試行版)を作成したものである.

2. 木津川上流部の特徴と洪水予測モデルの選定

河川の狭窄部では, 洪水時には狭窄部上流側におけるせき上げ背水の影響により水位が高くなると表面流速が逆流・滞留するなど浮子による高水流量観測が難しくなり, 精度の高い水位・流量の関係式(HQ 式)の作成が難しい課題がある. 岩倉峡の上流部では, 岩倉・朝屋・伊賀上野橋の3箇所水位観測が実施されている. 洪水時の平成 25 年台風 18 号洪水を対象に木津川の水面勾配(岩倉と朝屋観測所)の時間変化を図2に整理した. 水位の低い状態では, 河道貯留効果が小さく, 狭窄部の影響を受けず流下するため, 水面勾配は 1/730 程度であった. 一方, 水位が上昇するに連れて, 河道貯留効果が発揮されて, 水面勾配は 1/1,390 程度~1/1,850 程度(HWL 勾配は 1/2,900 程度)と徐々に勾配がなだらかになる傾向があった. そのため, 分布型モデルや貯留関数モデルなどの物理モデルで水位を予測する場合, 流量から水位へ換算する際に HQ 式を用いると誤差が生じる原因となる. そこで雨量→流量→水位の変換誤差に起因する誤差解消の方策として, 非線形的関係に適用性の高い相関解析の一つである NN モデルを採用した.

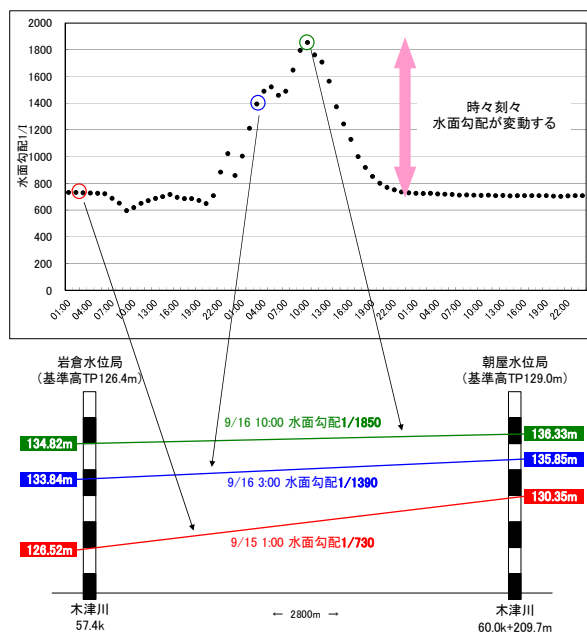


図1 水面勾配の時間変化(H25 台風 18 号)

3. NNモデルの適用性検討

(1) NNモデルの概要¹⁾

ニューラルネットワークは, 過去の実績値の学習によって自らのパターン認識能力を高めることや, 非線形な連続関数を近似することが可能な手法で

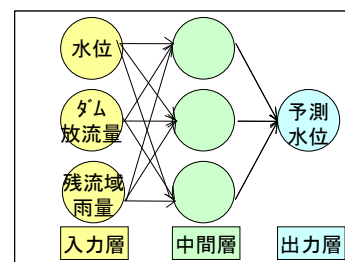


図3 NNモデルの基本構造

キーワード 狭窄部, ニューラルネットワーク, 水位予測, 一級河川, 河川管理, 遊水地

連絡先 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見 1-4-70 八千代エンジニアリング株式会社 TEL 06-6945-9259

あり，経験豊富な河川管理者が上流の降雨や水位上昇傾向に基づいて，将来水位を推定していることを定量化できる方法である．ニューラルネットワークの構造は図3に示す階層型のネットワークを設定し，中間層は1層とし，そのユニット数は入力値を6～20程度を想定して7と設定した．また，閾値や重み付けに関わる関数には，シグモイド関数を採用し，バックプロパゲーション法による学習を行った．学習における収束条件は，学習回数100,000回の制約の下で，平均2乗誤差 $E < 0.0001$ とした．

(2) 入出力値の設定

岩倉地点の予測で選定した観測所を表1に示す．予測地点は岩倉・朝屋・伊賀上野橋の3水位観測所とし，出力値は1時間単位で1,2,3時間後までの水位とした．入力値は，予測地点水位と予測地点より上流側で観測している水位と雨量を用いた予測モデルとした．上流の水位・雨量観測所の選定に当たっては，昭和57年以降の6洪水を対象に，予測地点水位とピーク相関の高い観測所，平均流達時間が出力値(1～3時間後予測)に対して十分な時間を有している観測所，欠測データの少ない観測所より選定した．

(3) 学習洪水の選定

水位予測モデルの構築では，比較的大規模の出水における再現性に注目するとともに，さまざまな洪水(上昇速度，波形，発生要因等)に対応する必要がある．そこで，水位状況(ピーク最大3位以内，1,3,6時間での水位上昇量最大3位以内，二山洪水)や洪水要因(台風，前線)，欠測状況を踏まえて学習対象洪水の選定を行った(表2参照)．

(4) 予測結果の検証

構築したNNモデルを用いて，平成30年9月30日出水(学習洪水の対象外)を対象とした岩倉水位観測所と越流堤の予測結果を図4に示す．水位予測で最も重要となる立ち上がり部分やピーク付近でも高めの水位予測となっている．2～3時間後予測では基準水位到達を予測でき，高い精度を有していることを確認した．

表1 入力条件(岩倉観測所)

水位				雨量
岩倉	佐那具	荒木	依那古	玉滝
現時刻	現時刻	現時刻	現時刻	現時刻
1時間前	1時間前	1時間前	1時間前	1時間前
2時間前	2時間前	2時間前	2時間前	2時間前

表2 学習洪水(岩倉観測所)

岩倉	一次選定基準					
	洪水規模	水位上昇量最大(上位三位以内)			洪水波形	洪水発生要因
洪水名	ピーク水位最大 (上位三位以内)	1hr	3hr	6hr	二山型	前線
昭和57年08月02日洪水	○				○	
昭和57年09月11日洪水						
昭和61年07月22日洪水					○	○
平成02年09月20日洪水						
平成02年11月30日洪水						
平成05年09月09日洪水		○	○			
平成06年09月30日洪水				○		
平成07年05月12日洪水						
平成09年07月26日洪水						
平成13年08月22日洪水						
平成16年08月05日洪水						
平成21年10月08日洪水		○				
平成23年07月19日洪水						
平成23年09月04日洪水						
平成23年09月21日洪水						
平成24年09月30日洪水	○	○	○	○		
平成25年09月16日洪水	○		○	○		
青紫色あり：宇留洪水						

青黄色あり：学習洪水

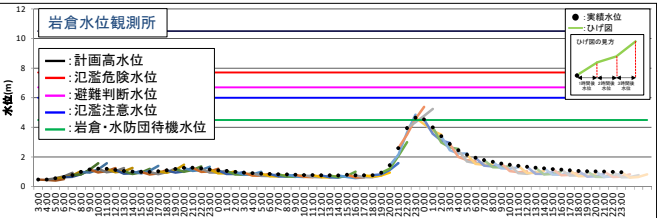


図4(1) NNモデルによる岩倉観測所の予測結果

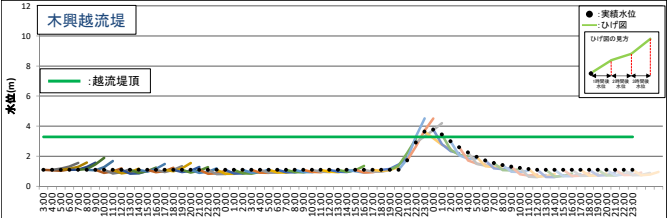


図4(2) 木興越流堤の予測結果(H30年9月出水)

4. まとめ

NNモデルでは，既往出水のせき上げの状況を学習することで，狭窄部の影響を受ける水位を精度よく予測できたことから，NNモデルの適用性を示すことができた．遊水地管理運用に必要な水位上昇部で安定した予測精度を確保できることから，バックアップシステムとして機能することを想定して，出水時に活用できるように水位予測エクセル(試行版)を作成した．

5. 今後の課題

今後は，実運用により遊水地運用後の越流堤地点の水位データ蓄積を図り，適切な時期に学習データの追加を行い定数の更新を図りながら精度検証し，遊水地の管理への予測水位活用を検討していくことが必要である．

参考文献

1) 竹村仁志，川村一人：猪名川におけるニューラルネットワークモデルを用いた水位上昇部の予測精度向上について，近畿地方整備局研究発表会，2016．

(<https://www.kkr.mlit.go.jp/plan/happyou/theses/2016/pdf05/16.pdf>)