

II-293

ニューラルネットワークによる洪水時貯水池流入量の予測

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○山田祐次
名古屋工業大学 フェロ-会員 長尾正志

名古屋工業大学 正会員 庄建治朗
中部電力(株) 正会員 後藤孝臣

1. 研究目的

著者らは、ニューラルネットワーク(以後 NT と略記)を用いて、低水流量や高水位の予測を行ってきた。今回は、NT を用いて岐阜県木曽川水系の中部電力所管、秋神ダムでの流域内の雨量や流量の観測資料による洪水時の貯水池流入量の短時間予測に適用した結果を報告する。研究の主体は、入力情報の選別、標本期間を含めた入力層ユニットの選定、予測期間の選定などである。

2. 対象流域とデータ

対象としたのは、岐阜県木曽川水系の飛騨川北部に位置する秋神ダム流域(流域面積 83.3km²、標高は約 900~2,900m)である。ここでの水文観測は、一之宿、秋神の 2 ヲ所の流量、他に御岳、胡桃島、宮ノ前、一之宿、秋神の 5 ヲ所雨量観測が 1 時間ごとに行われている。入手し得た期間は平成 6,7 年の 6 ケースの洪水資料であったので、それによる秋神貯水池への流入量の予測に関するモデルの構築と検討を行った。データは年代順に洪水 1,2,...,6 と記す。

3. 適用計算

3.1 計算手法 従来の研究と同様に、入力層、中間層、出力層をそれぞれ単層とする階層型モデルとし、モーメント修正法を用いた誤差逆伝播法で計算する。また、中間層ユニット数は入力層ユニット数の半分とする。なお、雨量資料は単独で使うよりも、Thiessen 法による平均雨量を用いた方が好ましい結果が得られるという経験より、この平均雨量を採用している。

3.2 標本期間 まず問題となるのは、どの程度の標本期間を採用すべきかである。そのために、洪水時の降雨ピークと流量ピークの時間差について調べた。ピーク雨量値とその発現時刻は、Thiessen 平均した毎整時雨量を 3 点移動平均し、そのピークを挟む前後それぞれ 2 時間分、計 4 点の補間により求めた。流量についても同様の補間により、ピーク値とその発現時刻を求めた。図-1 に、一之宿、秋神におけるピーク流量値とピーク時差を両対数座標で示す。なお、図では傾向の異なる洪水 5 を除いて、最小二乗近似による直線回帰を挿入している。これによって、ピーク時差はピーク流量値が大きくなれば減少し、この程度の洪水では、秋神では 2~4 時間、一之宿では 2~3 時間位、また一之宿より秋神への時差は精々 1 時間程度であることがわかる。したがってこれらを勘案して、入力値の標本期間は 2 時間以上数時間くらいまでを対象とする。

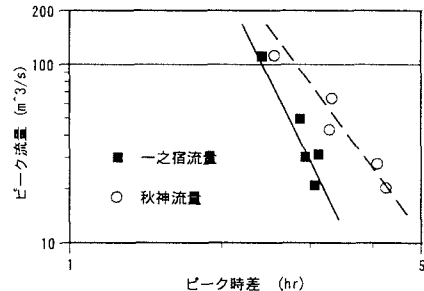


図-1 ピーク時差とピーク流量値

3.3 基準化と学習回数 NT による入力には、前もって資料を(0,1)の範囲に変換しておく必要がある。しかし、適合資料では入手した資料範囲以上に及ぶ場合もあることを勘案して、流量では(0.1,0.9)、雨量では(0,0.9)の範囲に線形的に変換するような基準化を行った。

つぎに、NT 構造を決めるべき学習回数を選定する必要がある。これには入力変化を適切に表現しうる柔軟性と過学習による誤差の増幅という相反する問題が関係する。ここでは、厳密な議論は別の機会に譲り、

キーワード：ニューラルネットワーク、流量予測、洪水、貯水池

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 TEL 052-735-5480 FAX 052-735-5480

観測値と予測値の相関係数の安定する限界を図-2 のように試算し、ほぼ安定する限界として 1,000 回で打ち切ることとした。

4. 適合計算

まず、学習に使う洪水としては、大きいものと小さいものを使い、その中間を予測することによって好結果が得られるという知見¹⁾から、飛び離れて大きな洪水3を除外した両端洪水1,2で学習し、洪水4,6を予測することにした。さて、以下では、秋神ダムの流量

予測に上流の一之宿流量を勘案すべきかどうか、および予測期間はどの程度が適切かを検討した結果を示す。表-1、表-2 はそれぞれ一之宿流量を勘案しない場合、する場合の相関係数、二乗誤差を、予測期間 1,2,3 時間とした結果である。☆印は、その欄の最良値を示している。なお表中の 2-2-2 などは、秋神流量、Thiessen 平均雨量および一之宿流量の標本期間がそれぞれ 2 時間であることを示す。これより、一之宿の流量を勘案した方が、また標本期間が 1 時間から 2 時間に増した方が予測精度は向上するが、標本期間を 3 時間にすればあって精度は低下する場合が多いことがわかる。一之宿流量を勘案した 1,2,3 時間先の予測で、標本期間を 2 時間とした例を図-3 に示す。

表-1 一之宿を勘案しない場合

1時間先	洪水4		洪水6	
	相関係数	二乗誤差	相関係数	二乗誤差
1-1	0.951	0.000920	0.939	0.000576
2-2	0.978	☆ 0.000365	☆ 0.973	☆ 0.000324
3-3	☆ 0.988	0.000556	0.972	0.000740
2時間先	洪水4		洪水6	
	相関係数	二乗誤差	相関係数	二乗誤差
1-1	0.944	0.001336	0.923	☆ 0.000953
2-2	0.954	☆ 0.001323	☆ 0.943	0.002377
3-3	☆ 0.967	0.001478	0.930	0.002754
3時間先	洪水4		洪水6	
	相関係数	二乗誤差	相関係数	二乗誤差
1-1	☆ 0.939	0.001766	☆ 0.939	☆ 0.001294
2-2	0.880	☆ 0.001679	0.881	0.003727
3-3	0.821	0.002248	0.845	0.004918

入力情報3-3-3による2時間先予測

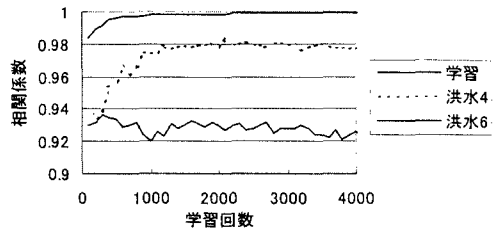


図-2 相関係数による学習回数選定の例

表-2 一之宿を勘案する場合

1時間先	洪水4		洪水6	
	相関係数	二乗誤差	相関係数	二乗誤差
1-1-1	0.977	0.000299	0.975	0.000183
2-2-2	☆ 0.988	☆ 0.000138	☆ 0.976	☆ 0.000159
3-3-3	0.973	0.000265	0.969	0.000163
2時間先	洪水4		洪水6	
	相関係数	二乗誤差	相関係数	二乗誤差
1-1-1	☆ 0.984	0.000318	☆ 0.948	☆ 0.000536
2-2-2	0.972	0.000424	0.925	0.001112
3-3-3	0.976	☆ 0.000280	0.920	0.000920
3時間先	洪水4		洪水6	
	相関係数	二乗誤差	相関係数	二乗誤差
1-1-1	0.913	0.001273	☆ 0.922	☆ 0.002055
2-2-2	0.916	☆ 0.001137	0.854	0.003503
3-3-3	☆ 0.933	0.001315	0.836	0.005078

5. 結論

- 雨量と秋神流量のみでなく、一之宿の上流流量資料を取り込んだ予測の方が好ましい予測精度を与える。
- 標本期間については、入力値の性質によって差異があろうが、大体 2 時間くらいの方が好ましいようである。しかし、この問題にはさらなる詳細な検討が必要であろう。
- 予測期間としては、もちろん短い方が精度はよいが、2 時間程度までであれば好結果である。しかし、それ以上になると誤差が増し、精度が落ちる。

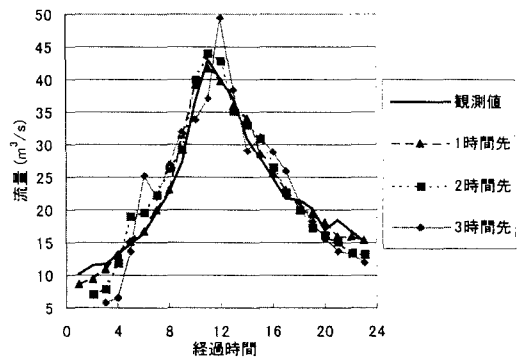


図-3 一之宿を勘案した 1, 2, 3 時間先の予測（洪水 4）

参考文献 1) 吉村・長尾・山田・庄：ニューラルネットによる洪水時河川水位予測、土木学会第 53 回年次講演会概要、第 2 部、pp128-129、1998.10