

II-64

ニューラルネットワークによる洪水時河川水位の予測

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○吉村一希
 名古屋工業大学 フェロー会員 長尾正志
 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 正会員 庄建治朗

1. 研究目的

当研究室では、低水流量の予測にニューラルネットワークとAICなどの情報量基準を用いた適合を行い、成果を上げてきた。本研究では、洪水時の河川水位の予測を、ニューラルネットワークを用い、名古屋市山崎川の中流部で行う。研究の主体は、入力層への入力ユニットの選定、最適学習回数の選定へのAICの活用、流域平均雨量としてのThiessen法の有効性の検討などである。

2. 対象流域

対象とした河川は、名古屋市千種区の山崎川である。この川は市内主要河川の一つで、総延長13.6km、流域面積26.0km²、本山交差点下流が2級河川に指定されている中小河川である。過去の洪水には、昭和34年9月の伊勢湾台風、51年9月の台風17号、58年9月の集中豪雨などでかなりの被害を受けている。名古屋市は、詳細に水文資料観測を実施しており、中流の向田橋水位観測所より上流の雨量観測（千種、昭和、瑞穂）およびそれより下流の雨量観測（南）と、向田橋の既往水位を基礎に予測を考える。資料はいずれも10分間隔のものである。

3. 適用計算

3.1 計算手法

入力層、中間層、出力層をそれぞれ単層とする3層の階層型ニューラルネットワーク（以下NTと略記）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。平成6年から9年にわたる観測結果から降雨ピークから水位ピークの間の時差は大きな洪水でほぼ10～20分であった。そこで標本期間としては、その2～3倍程度の期間が適当と考え、以下では標本期間を20, 30, 40, 50, 60分、予測期間を20分とした。

3.2 比較対象

まず、NTの係数選定における学習打ち切り回数の決定には、種々の試行の結果、ほぼ1,300回付近でAICが最小となることが確認された。そこで100回刻みで1,300回までの内からAICが最小となるものを採用することにした。つぎに、個別の雨量（3または4地点）、あるいはそれに水位を含める場合とそうでない場合、さらに雨量情報としてThiessen法による流域平均雨量を採用する場合の検討を行った。いずれも入力情報は0.1～0.9の範囲での基準化を行っている。

3.3 適合検討ケース

資料について洪水時のピーク水位の大きいものから順にF1, F2, …と記す。洪水として予測の対象とすべきものは上位数例くらいである。未学習データへの適合は、つぎのように、ケース分けを行って実施している。

- 1) F1で係数を決定し、F2, F3, F4を予測する。
- 2) F1とF4で係数を決定し、F2, F3を予測する。

また、入力情報資料としては、

- a) 上流3雨量、あるいはそれに下流雨量を加えた4雨量（それぞれ3R、4Rと略記）
- b) 上記の雨量に向田橋の既往水位を含める場合（それぞれ3R+H、4R+Hと略記）

- c) 各地点雨量の代わりにThiessen法による平均雨量を採用した場合（それぞれTR、TR+Hと略記）を検討材料とする。

表-1 相関係数・平均二乗誤差の比較

学習	未学習	3R+H(20)	4R+H(20)	TR+H(20)
F1	F2	0.902	0.898	0.963
		5.896	7.048	2.605
	F3	0.925	0.946	0.982
		4.920	4.430	2.390
F1, F4	F2	0.938	0.973	0.963
		2.898	1.340	1.802
	F3	0.971	0.973	0.983
		1.508	1.484	0.873

上段：相関係数 下段：平均二乗誤差（10⁻³単位）

キーワード：ニューラルネットワーク、水位予測、洪水、AIC

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

4. 計算結果

計算した結果では、標本期間を40分以上とっても適合精度は向上せず、むしろ標本期間20分または30分の方が適合性が良く、両者の間にはそれほど大きな違いは見られなかった。観測値と予測値の間の相関係数、平均二乗誤差による検討のうちで、標本期間20分とした結果を表-1に示す。なお、たとえば3R+H(20)は、上流3雨量と向田橋水位を入力情報とし、標本期間20分の予測を意味する。

さて、未学習データへの適合において、上記3. 3の1)と2)の比較では、相関係数の大きさや平均二乗誤差の小ささから2)の方法のほうが好ましい結果となった。

ついで、入力情報の選択方法として、上記の3. 3のa), b)とb), c)の比較を行う。まずa), b)の対比では既往水位を含んだb)の場合の方がはるかに好結果となった。つぎに、b), c)では、TR+H が最良で、ついで 4R+H, 3R+H の順に良い結果となった。なお、F3の方がF2より予測精度が良かったのは、降雨変動の激しさが関係しているように思える。図-1(i), (ii)にF1, F4で学習し、F2, F3に適合させた予測結果を示す。

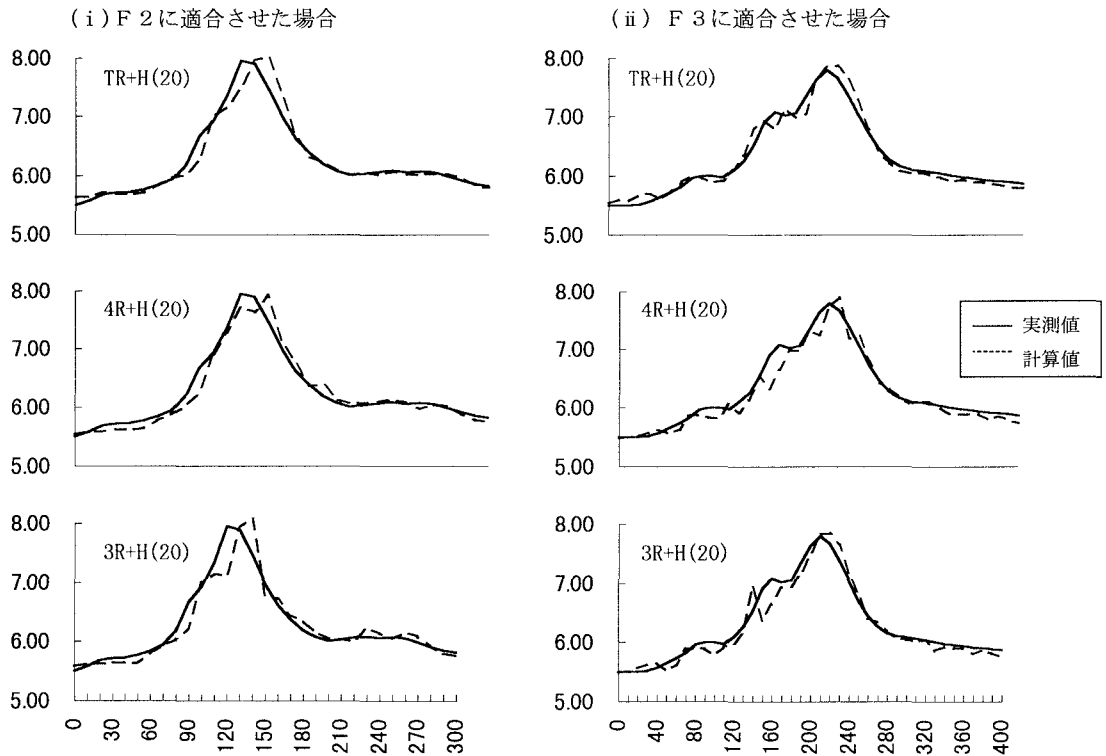


図-1 F1, F4で学習し、F2, F3に適合させた結果
(縦軸は向田橋水位(m)、横軸は経過時間(分))

5. 結論

- 1) 解析結果からみて、最小AICによる打ち切り基準は適切であったといえよう。
- 2) 学習データに用いるデータは、変量の変動の幅が大きく、大きな出現値から小さな出現値まで含むような取り方がよい結果となった。
- 3) Thiessen法による流域平均雨量に基づくNT予測は、全般的に変動が平滑化されて水位予測のような場合には有用な手法といえる。
- 4) Thiessen法を用いないNT予測での降水情報としては、単に流域内の雨量のみでなくそれに隣接した雨量を取り込んだ予測の方が好ましい結果となった。

最後に、資料収集に名古屋市河川課のご援助および現住友重機械工業株式会社の曾根英雄氏のご助言を頂いたことをここに記し感謝しておく。