

II-112 悪条件下におけるファジィ流出予測

北海道大学工学部 学正員 朱 木蘭
 北海道大学工学部 正 員 藤田睦博
 北見工業大学 正 員 早川 博

1. はじめに

近年、水文情報サービス網が充実し、市町村においても端末機があれば全国的規模から県単位規模までの水文情報をオンラインに近い形で入手可能になっている。これらの水文情報を防災対策にいかにより有効に利用するかが今後の問題であろう。例えば、市町村管轄の中小河川においては、必ずしも降雨や水位の観測施設が十分でなく、予測には水文情報の利用が不可欠である。水位予測に必要な降雨予測は「弱、並、強極強」等にランク別化されたものなので、これらの情報を有効に利用しようとする Fuzzy理論の応用が最適であると思われる。一般に予測と言えば、過去の知識より将来の状態を予知することである。流出予測について考えるならば、過去の知識はこれまで得られている流出解析理論あるいは過去の洪水資料である。また、現出水時における現時刻以前の水文情報も過去の知識と言える。本論文では、現出水時においてオンラインで入手されるデータに欠測が含まれている場合を「悪条件下」と定義して、2,3の計算例を検討したものである。

2. Fuzzy推論による予測

流出系のシステム方程式として式(1)を考える。

$$\Delta Q(t) = f\{r(t-1), \Delta Q(t-1)\}$$

$$\Delta Q(t) = Q(t) - Q(t-1) \quad (1)$$

$r(t)$, $Q(t)$ は、それぞれ時刻 t の観測降雨量、流量である。式(1)をIf, then形式の条件付き命題に書き換えると

If $r(t-1)$ is $M_r(t-1)$ and $\Delta Q(t-1)$ is

$$M_{\Delta Q}(t-1) \text{ then } M_{\Delta Q}(t) = P_t \quad (2)$$

ここに、 M はそれぞれのサフィックスのメンバーシップ関数を示す。時刻 t までには $P_1, P_2, \dots, P_t$ が既知であるので、これをまとめると、

$$\Pi_t = P_1 \cup P_2 \cup \dots \cup P_t \quad (3)$$

ここで、 $\cup$ は和演算を示す。また、過去の水文資料がある場合、出水の終了時に得られた Π_t を Π_t と表すと、これがいわゆる出水の経験となつて次の出水

の予測計算の際の初期値とすることができる。すなわち

$$\Pi_t = \Pi_{t-1} \cup \Pi_{t-1} \cup P_t \quad (4)$$

$$(\because \Pi_{t-1} = P_1 \cup P_2 \cup \dots \cup P_{t-1})$$

1時刻だけ将来の流量増分のメンバーシップ関数は

$$M_{\Delta Q}(t+1) = M_r(t) \diamond M_{\Delta Q}(t) \diamond \Pi_t \quad (5)$$

記号 $\diamond$ は、Max-積合成を意味している。著者らのこれまでの研究によると流量予測の場合、式(3)の $\cup$ としてMax演算、式(5)の積としてMin演算を用いると良好な結果の得られることが知られている¹⁾。

次に問題は流量情報の欠測時の処理である。例えば、 $(t+1)$ 時刻の流量情報が欠測のとき式(2)において $M_{\Delta Q}(t+1)$ を定義できない。この場合、 t 時刻で得られたメンバーシップ関数 $M_{\Delta Q}(t+1)$ を用いて計算するものとする。

3. 計算結果

神流川の水文資料を用いて計算した。図-1,2は採用した降雨量と流量のメンバーシップ関数を示している。流量情報の欠測として2通りを想定した。すなわち、適当に4個の欠測のある場合(62,66,72,77時欠測, case-1)と流出量のピークをはさむ欠測のある場合(68~72時欠測, case-2)の2通りである。図-3,4に予測されたメンバーシップ関数を示している。破線の区間は欠測区間である。また、図-5,6は、メンバーシップ関数の重心の座標で定義した予測値と実測値を比較している。欠測時刻が連続しなければある程度予測可能であるが、case-2の場合、リードタイムが4時間以上になると予測値を信頼できなくなることがわかる。

【参考文献】

- 1) Fujita, M. and Hayakawa, H.: An Application of Fuzzy Inference to Runoff Prediction, Proc. of Pacific International Seminar on Water Resources Systems, pp.303-320, 1989.

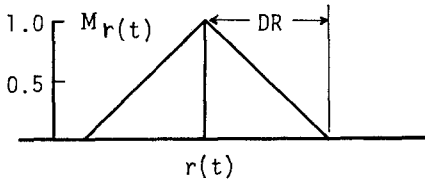


図-1 降雨量のメンバーシップ関数

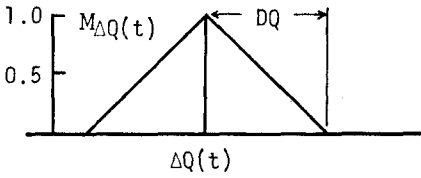


図-2 流量のメンバーシップ関数

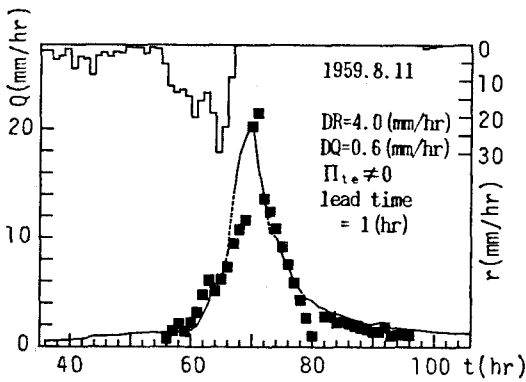


図-5 予測値と実測値の比較
(case-1)

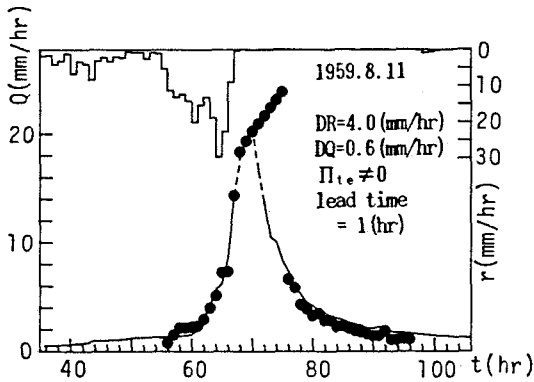


図-6 予測値と実測値の比較
(case-2)

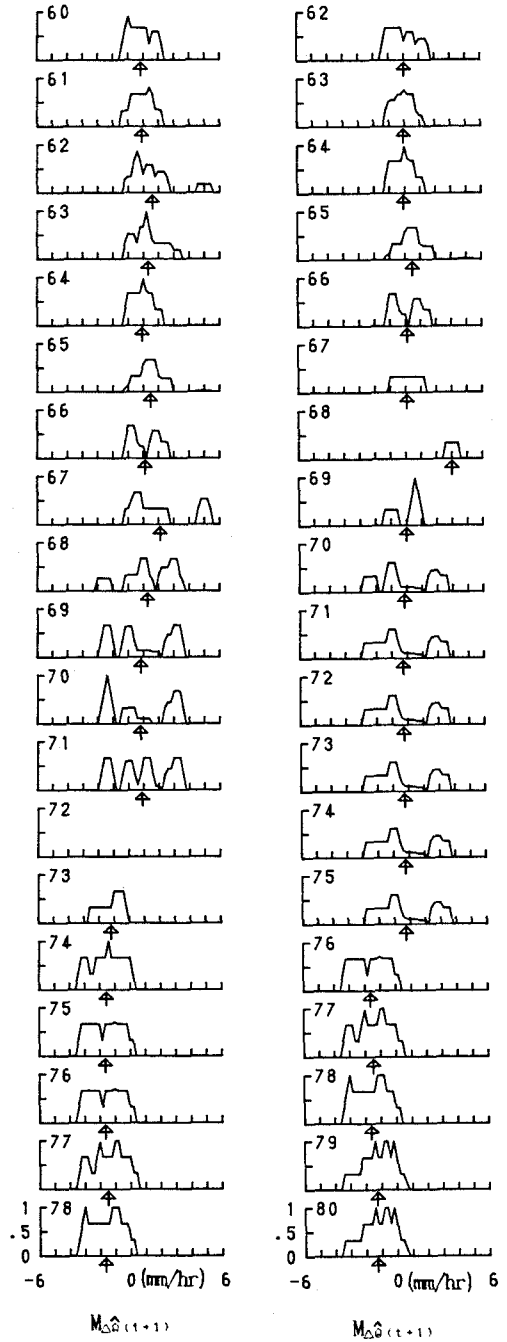


図-3 予測されたメン
バーシップ関数
(Case-1)

図-4 予測されたメン
バーシップ関数
(Case-2)