

出力の適合度による流出モデルの評価

京都大学工学部 正 員 高 棹 琢 馬
 京都大学工学部 正 員 宝 肇
 京都大学大学院 学生員 ○今村 宏
 京都大学大学院 学生員 楠橋康広

1. はじめに

流出モデルを出力の適合度によって評価することの利点は、目視だけでは判断できない適合度の良否を定量的に把握することが可能であって、直観的にわかりやすいこと、適切な評価基準のもとでどのようなモデルにも用いることができることなどが挙げられる。

その反面、モデルの利用目的あるいはモデルの特性、各評価基準の利害得失を考えた場合、どの評価基準が適切かといった理論は必ずしも明確でない。

本研究は、評価期間制限法と評価多角形法を導入することにより、流出モデルの出力の適合度を、より客観的に評価しようとするものである。

2. 種々の評価基準

本研究でとりあげた評価基準は、表1に示すとおりである。 $Q_o(i)$ 、 $Q_c(i)$ は、時刻*i*における観測流量、計算流量、*N* はデータ数を示す。添字 *m*, *max* は、平均値、ピーク値を示し、また t_{op} , t_{cp} は、それぞれ観測ピーク流量、計算ピーク流量の生起時刻を示す。

表1の中で、ME~CEはハイドログラフの波形の適合度の評価基準でEQP, ETP, ETVはそれぞれピーク流量、ピーク生起時刻、トータルボリュームの適合度の評価基準である。

建設省河川砂防基準(案)¹⁾では、適合度の基準として

$$SETP \leq 0.03$$

という値を提案しているが、われわれの検討によれば、この値は必ずしも厳しいものではない。たとえば、ピークが先鋭で低流量部の期間が比較的長い場合には、ピーク付近の適合度があまりよくなくても、0.03以下の値となる。

3. 評価期間制限法

ハイドログラフの適合度を見る場合に最も望ましいのは、低水時やピーク時に関係なく全期間においてよく適合しているものであることは言うまでもない。しかし、利用目的によっては、低水部分であまり適合していなくてもピーク付近で適合してさえいればよいといった場合もあるし、その逆の場合もある。

表1 種々の評価基準

$$\begin{aligned} ME &= \frac{1}{N} \sum (Q_o(i) - Q_c(i)) \\ MAE &= \frac{1}{N} \sum |Q_o(i) - Q_c(i)| \\ MSE &= \frac{1}{N} \sum (Q_o(i) - Q_c(i))^2 \\ MRE &= \frac{1}{N} \sum (|Q_o(i) - Q_c(i)| / Q_o(i)) \\ SETP &= \frac{1}{N} \sum \{ (Q_o(i) - Q_c(i)) / Q_{omax} \}^2 \\ SSE &= \frac{1}{N} \sum \{ (Q_o(i) - Q_c(i)) / Q_o(i) \}^2 \\ CE &= \frac{\sum (Q_o(i) - Q_{om})^2 - \sum (Q_o(i) - Q_c(i))^2}{\sum (Q_o(i) - Q_{om})^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} EQP1 &= Q_{omax} - Q_{cmax} \\ EQP2 &= (Q_{omax} - Q_{cmax}) / Q_{omax} \\ ETP &= t_{op} - t_{cp} \\ ETV1 &= \sum (Q_o(i) - Q_c(i)) = N \times ME \\ ETV2 &= \{ \sum (Q_o(i) - Q_c(i)) \} / \sum Q_o(i) \end{aligned}$$

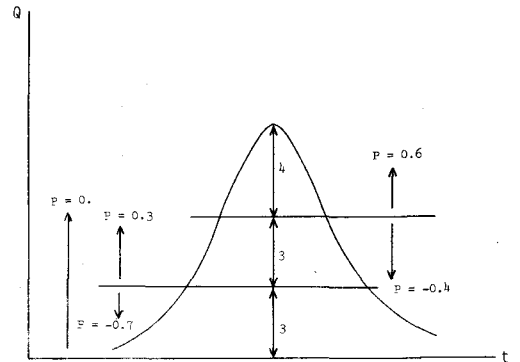


図1 パラメタ P による評価期間制限の例

そのような場合に対応するため、観測ピーク流量 ($Q_{\max}$) に基づいて評価期間に制限を加え、ピーク部分のみあるいは低水部分のみの適合度を評価することができるようにした。これを評価期間制限法と呼ぶことにする。評価期間は、パラメタ P を用いて図 1 に示すように制限する。

図 2 が、実際のハイドログラフに評価期間制限法を適用した一例である。評価基準としては MSE をとっている。ごく低水部分とピーク部分の適合度が高いことをよく表わしている。

ME~CE へ評価基準制限法を適用し検討した結果、波形の適合度の評価基準に関して次のようなことが言える。

- 異なるハイドログラフの相対的な適合度を比較するための評価基準としては、CE を用いるのがよい。
- 一つのハイドログラフで評価期間をかえて適合度をみるには、MSE を用いるのがよい。
- ME は、波形の適合度の評価基準としてよりはむしろトータルボリュームの適合度の基準として用いるべきである。

4. 評価多角形法

高水解析においては、ハイドログラフの総合的な適合度の評価項目として、ピーク流量、ピーク生起時刻、トータルボリューム、波形が考えられる。これらの適合度を視覚的にとらえるため、佐藤³⁾が提案した直交座標軸を用いた表示法を使い、評価多角形法と呼ぶことにする。

本研究では、図 3 に示すように各評価項目として EQP2, ETP, ETV2, MSE を用いた。いくつかのモデルを比較するとき、この方法によれば評価項目別の優劣が一目でわかる。なお、MSE 以外は正負の符号をとりうるがそれは座標軸上の記号で区別する。

高水解析以外の目的で用いる流出モデルの評価のためには、評価項目をかえて同様に扱えばよい。また、評価項目をふやしたいときは、五角形、六角形などのスターチャートとすればよい。

各軸のスケールのとり方に、いまだ少し研究の余地がある。

5. おわりに

本研究で提案した評価期間制限法は、利用目的に応じた評価方法として有効であり、評価多角形法も総合的かつ客観的な方法として有効である。また、両者を併用することもできる。

なお、評価期間の制限、評価項目の決定については、流域特性、モデル特性、利用目的などを考慮して決定すべきことは言うまでもない。

(参考文献)

- 建設省河川砂防技術基準(案), 山海堂, pp.119 ~ 120. 1976.
- Aitken, A.P., Assessing systematic errors in rainfall-runoff models, J. Hydrol. Amsterdam, 20(2), pp.121~136. 1973.
- 佐藤正史, 水文情報の処理に関する計画論的研究, 京都大学修士論文, 1971.

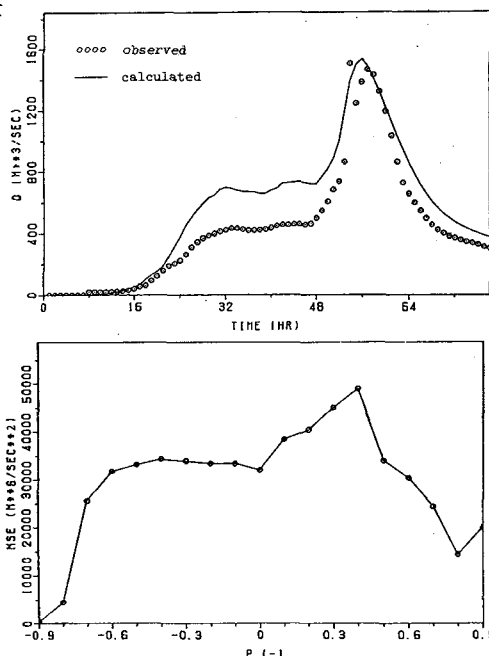


図 2 評価期間制限法の適用例
(MSE による)

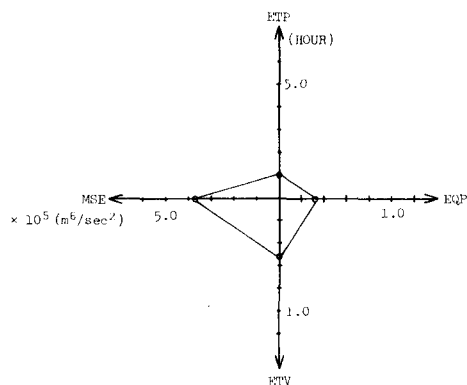


図 3 評価多角形法の適用例