

洪水流出モデルの比較評価

京都大学工学部 正員 高棹琢馬 京都大学工学部 正員 宝 馨
 鹿島建設 正員 今村 宏 京都大学大学院 学生員 楠橋康広
 京都大学工学部 学生員 安藤晴彦

1. はじめに 筆者らの提案による情報量規準を導入した流出モデル評価法¹⁾を各種集中パラメタモデルに適用する。本手法は、(1)階層的構造をもつモデルにおける最適なモデル次数の選択、(2)異なるモデル構造をもつ数種の集中型モデル相互の優劣の比較、に有用である。本講演では、上記(2)の適用例を示す。

2. 観測データの生成 モデル同定に用いる雨水流出データは分布パラメタモデルによってシミュレートする。ここでは図1に示すような河道網を有し、各河道区分の両側に同一の矩形斜面があるような流域を想定し、斜面ではA層と水みちを考慮した kinematic wave 法に基づく表面流・中間流モデル、河道は普通の kinematic wave モデルで追跡する²⁾。総雨量 300 mm, 継続時間 50 hr の三角形降雨を上記のモデル

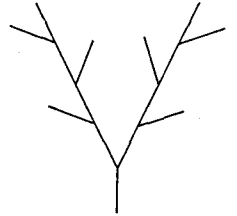


図1 想定流域
 に入力して得られた出水に確率変量として正規乱数を付加したものを、系統的誤差を含まない観測流量とする。雨量ピークが10時, 40時, 25時の3種の降雨によるこの仮想流域における出水をそれぞれ PAL01, PAL02, PAL03 と呼ぶことにする。

3. タンクカスケード型モデルへの適用 別の講演¹⁾で階層的構造をもつ TCO(N)モデルのうち、TCO(3)モデルを最良のものとしたが、ハイドログラフの立ち上がりの適合度が十分とは言えなかった。そこで流出の非線形性を考慮して最終タンクの形状を図2のように変化させたものを考え、それぞれ TC1(N), TC2(N)モデルと呼び、これら相互の評価を試みる。N=1, ..., 5とし、各パラメタ値は最尤法により同定する。図3に、各モデルでのモデル

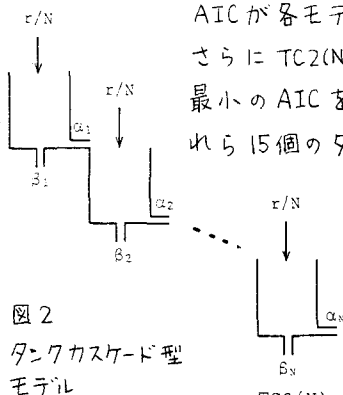


図2
タンクカスケード型
モデル

次数(タンク数N)とAICの関係を示す。この図から、TC2(N)モデルのAICが各モデル次数で最も小さい値をとり、さらにTC2(N)モデルの中でもTC2(4)モデルが最小のAICをとることがわかる。従って、これら15個のタンクカスケード型モデルのうちTC2(4)モデルを最良のものとして採択する。

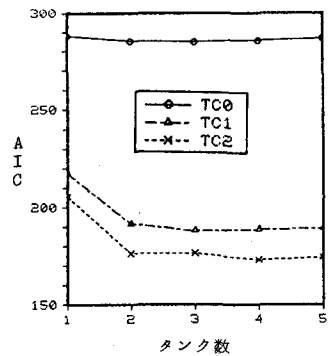


図3 モデル次数とAICの関係

4. タンクモデルへの適用

3. と同様の検討を図4に示す4種類のタンクモデルに

ついて行なう。洪水流出モデルとしてのタンクモデルは3段とされることが多いが、最尤法によるパラメタ同定の煩雑さ、3段目からの流出の全流出に対する寄与が小さいことを考慮してここでは2段までとした。また γ_i は離散的な値をとることにして探索時間の節約を図った。一例として PALO3 でこれらのモデルを同定したときの AIC を挙げると TANK1(1) で 220.7, TANK2(1) で 203.8, TANK1(2) で 197.8, TANK2(2) で 169.1 となり、TANK2(2) が最良のモデルということになる。PALO1, PALO2 の場合についても同様の結果を得た。

5. 集中パラメタモデルの比較

次に貯留関数モデル

$$\begin{cases} dS_e/dt = r_e - q(t+T_e) \\ S_e = K \{q(t+T_e)\}^p \end{cases}, \quad r_e = \begin{cases} f_1 r & (\Sigma r \leq R_{sa}) \\ r & (\Sigma r > R_{sa}) \end{cases}$$

のパラメタを同定し、先に述べたタンクカスケードモデル、タンクモデルとの比較、評価を行なう。表1に各出水で同定されたそれぞれの最良のモデルのAICを示す。どの出水においても貯留関数モデルのAICが最も小さくこれらのモデルの中では貯留関数モデルが最良であると考えられる。一例として PALO3 の再現図を図5に示す。ただし、これらのモデルは入力の条件により(すなわち出水ごとに)パラメタ値に変動が見受けられた。このことは、これらのモデルが必ずしも適切でないことを示している。入力条件に左右されないようなモデルが望ましいので、パラメタの安定性をも考慮してこのような評価法を適用していく必要がある。

6. おわりに

本研究で提案した手法は、モデルの尤度とパラメタ数とを同時に評価できる点で一歩進んだモデル評価法であると考えられる。今後実流域への適用を考えていきたい。なお詳細は参考文献3)を参照されたい。

<参考文献>

- 1) 高橋・宝・今村・楠橋：昭59関西支部年報，II-42.
- 2) 高橋・椎葉・宝：京大防災研付属水資源研究センター報告，第2号，pp.23-29，1982.
- 3) 高橋・椎葉・宝：京大防災研年報，第27号 B-2，1984(投稿中).

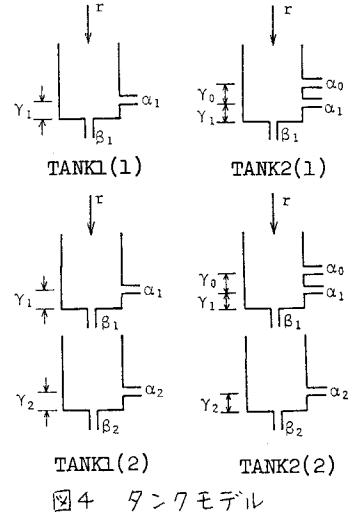


図4 タンクモデル

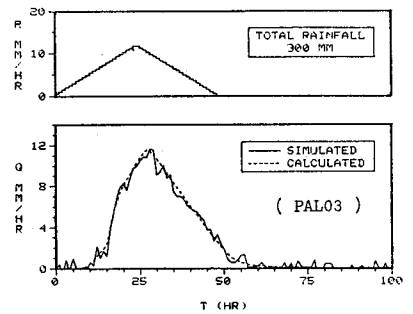


図5 貯留関数モデルによる再現図

表1 集中パラメタモデルの比較

出水名	モデル名		パラメタ 数	誤差二乗和 Σe^2	情報量規準 AIC
PAL01	タンクカスケード モデル	TC2(3) ($\beta = 0.0005$)	6	24.28	156.2
	タンクモデル	TANK2(2)	5	30.28	176.3
	貯留関数モデル		5	24.05	153.3
PAL02	タンクカスケード モデル	TC2(5) ($\beta = 0.0005$)	8	31.21	185.3
	タンクモデル	TANK2(2)	5	38.69	200.8
	貯留関数モデル		5	22.84	148.1
PAL03	タンクカスケード モデル	TC2(4) ($\beta = 0.0005$)	7	27.11	169.3
	タンクモデル	TANK2(2)	5	28.17	169.1
	貯留関数モデル		5	24.96	157.0