

II-316 損失機構を含む貯留関数法を応用したタンクモデルの提案

北海道開発局網走開建 ○正会員 佐藤 力信
 北海学園大学 工学部 正会員 嵯峨 浩
 北海道開発局開発土木研究所 正会員 馬場 仁志
 北海道河川防災研究センター フェロー 星 清

1. はじめに

流出解析において、貯留関数法やタンクモデルが多用されている。しかし、貯留関数法は、直接流出量と有効降雨を分離しなければならず、タンクモデルは、多くの未知パラメータの同定が繁雑である。本研究では、上段タンクに損失機能を有する星モデル³⁾、下段タンクには同様の線形貯水池モデルを用いる新しい流出解析モデルを提案する。このモデルは、観測データをそのまま使用でき、未知パラメータの数も少なく、従来の流出モデルの欠点を改良したモデルである。しかし、タンクモデルの側方流出孔の高さを無くした代りに、初期貯留量を考慮することが出来なくなり、先行降雨の影響を強く受ける出水に対しては、その効果を発揮する事ができない。従って、従来のタンクモデルにおける初期貯留量の概念を導入すると共に、道内の後志利別川、鶴川及び網走川の出水についてこのモデルを適用し、その有効性について報告する。

2. 流出モデル

本研究に採用したモデルは、図-1に示される直列2段タンクモデルである。従来のタンクモデルの側方流出孔の高さは、星の貯留関数の非線形形で表現される。各タンクの連続式、及び貯留関数を(1)～(4)式に示す。

同定すべき未知パラメータは、 k_{11} 、 k_{12} 、 α_1 、 k_2 、 α_2 の合計5ヶである。同定方法は、感度係数を用いたニュートン法によった。収束条件は（観測値－計算値）／観測値が10%未満または、（パラメータの補正値）／パラメータが0.1%未満であり、いずれか一方を満足した時、収束したと判断した。

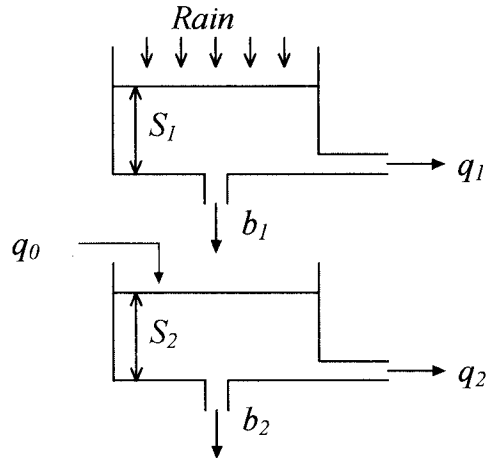


図-1 流出モデル

$$\begin{cases} \frac{dS_1}{dt} = r - q_1 - b_1 \\ S_1 = k_{11}q_1^{p_1} + k_{12} \frac{d}{dt}(q_1^{p_2}) \\ b_1 = \alpha_1 q_1 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \frac{dS_2}{dt} = b_1 - q_2 - b_2 + q_0 \\ S_2 = k_2 q_2 \\ b_2 = \alpha_2 q_2 \end{cases} \quad (2)$$

$$q = q_1 + q_2 \quad (3)$$

$$q_0 = Q_B \exp(-\lambda t) \quad (4)$$

S_i : 貯留高 (mm)、 r : 観測雨量 (mm/hr)、 q_i : 流出量 (mm/hr)、 b_i : 浸透流量 (mm/hr)、 k_{ij} : タンク時定数、 α_i : 浸透孔係数、 $p_1 = 0.6$ 、 $p_2 = 0.4648$ 、 Q_B : 初期流量 (mm/hr)、 λ : 減水係数

キーワード タンクモデル、貯留関数法、初期貯留量、減水係数

連絡先 〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目 北海学園大学 Tel: 011-841-1161 Fax: 011-551-2951

3. 初期貯留量の導入

図-1に示される様に、側方流出孔の高さをなくすることによってパラメーター数は減少するが、初期貯留量を考慮できなくなる。この事は、入力 Σr より出力 Σq が大きい場合に、対応する事が不可能である事を意味する。本研究では、 $\Sigma r < \Sigma q$ の現象は全て先行降雨による流出が影響していると考え、この流出量を強制的に入力として与えることによって連続性を保つことにした。

一般に、ハイドログラフの減水部は流域固有のものであり、多くの情報を含んでいると考えられる。複数のハイドログラフについて減水部を時間軸に沿って平行移動すると、1本の漸近線が得られる。この曲線を「標準減水曲線」²⁾といい、流域毎に減水係数 λ が決まる。解析期間内の初期流量を Q_B とすると、先行降雨による流出量は式(4)で与えられ、これを強制的に下段タンクへ入力させる。

図-2に後志利別川の標準減水曲線を示す。表-1は、同様の方法で得た各流域の減水係数である。

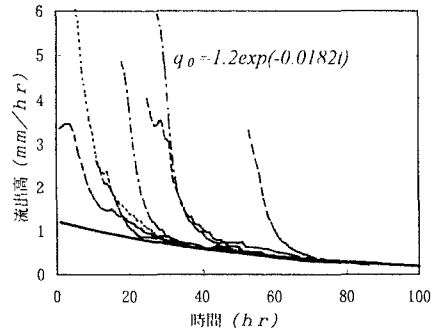


図-2 後志利別川の標準減水曲線

表-1 各流域の減水係数 λ

河川名	流量観測所	減水係数 λ
後志利別川	今金	0.0182
	鷗川	0.0182
	栄	0.0185
網走川	穂別	0.0189
	本郷	0.0182
	美幌	0.0183
	津別	0.0185
	美幌橋	0.0237
	湖南	0.0780

4. 流出解析結果

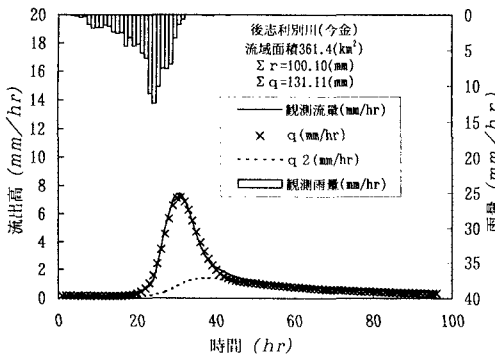


図-3 後志利別川の流出解析結果

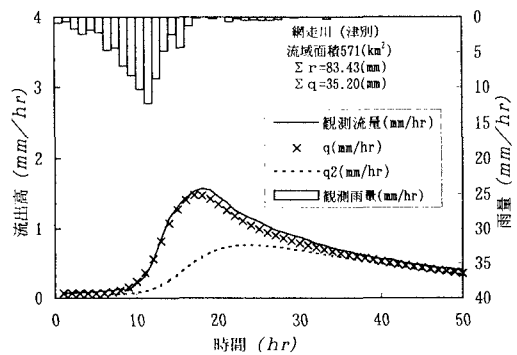


図-4 網走川の流出解析結果

参考文献

- 1) 嵯峨、星、橋本：貯留関数法を組み込んだタンクモデルによる流出解析、北海道支部論文報告集、第53号(B)、p30-33、1998、2) 吉川、砂田、グエン：洪水流量減水曲線の特性を考慮した流出モデルに関する研究、土木学会論文報告集、第283号、p23-32、1979、3) 北海道開発局開発土木研究所・若手水文学研究会：現場のための水文学、1994

5. 結論

提案したモデルは、実用上十分な精度で流出を再現し、強制入力項を導入することで、 Σq が Σr を上回る出水においても十分な精度で解析可能である。また、観測データをそのまま使用できるモデルであり、流出予測手法への応用が期待できる。

謝辞 本研究は(財)北海道河川防災研究センターの研究助成を受けた。記して謝意を表します。