

山間地流域におけるタンクモデルを用いた長期流出解析の適応

日本大学大学院 学生員 ○小川 裕正

日本大学工学部 正会員 長林 久夫

1.はじめに

阿賀野川水系に位置する猪苗代湖流域では、吉川・長林^{1),2)}らにより数ケースのモデル定数を用いて日単位でのタンクモデルによる流出解析の適合性が報告されている。これは全流域を1モデルとして大流域に適用したモデルをさらに小流域にも適用させたものであり、比較的高い適合性が認められている。しかし対象流域は自然湖沼が多く点在しており、また湖沼の水は発電利用により水位調整されていることから流出モデルの特定が非常に困難な流域である。そこで、本研究はこのモデルの実用性の向上を図るためモデル定数を改めて設定し、小流域に分割した各流域にタンクモデルを用いて長期流出モデルの実流域への適合性について検討を行った。さらに、このモデル定数を用いて全流域に適用した場合についての検討も行った。

2.流域概要

福島県のほぼ中央に位置し、奥羽山脈に含まれ、北部は磐梯高原と吾妻連峰が連なる山々からなり、対象流域は磐梯朝日国立公園に属し、南部は猪苗代湖を中心とした盆地を形成している。

3.タンクモデル

本研究で用いたモデル概要図を図-1に、モデル定数を表-1に示す。流出機構の物理的概念を取り入れ、降水量に対して水位や流出量が非線形的であり、簡易なモデルでありながら実用上十分な精度があり比較的多く用いられている

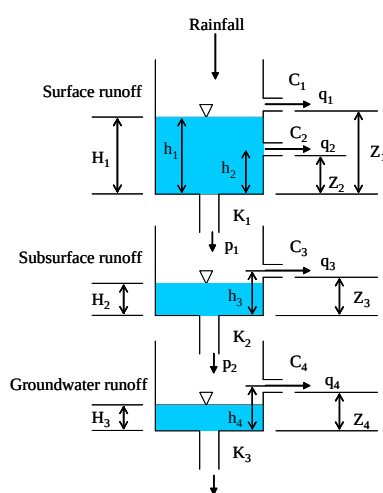


図-1 タンクモデル概要図

のが直列3段タンクモデルである。上段タンクは表面流

キーワード：タンクモデル、長期流出解析、湖沼群流域

連絡先：〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 水環境システム研究室 024-956-8724(TEL,FAX)

出、中段タンクは中間流出、下段タンクは地下流出を示している。各段の側面流出の合計がその時刻における流出量となる。

表-1 解析に用いたタンクパラメータ

流出係数	孔口高	浸透係数
C ₁	0.26	Z ₁ 40
C ₂	0.16	Z ₂ 10
C ₃	0.002	Z ₃ 15
C ₄	0.0005	Z ₄ 15
		K ₁ 0.14
		K ₂ 0.09
		K ₃ 0.001

4.解析結果

本研究で対象とする流域は安達太良山系から流下する酸川流域(約101km²)を合わせた長瀬川下流流域(約374km²)と裏磐梯流域における松原湖流域(約104km²)、小野川湖流域(約37km²)、秋元湖流域(約105km²)の4流域である。解析に用いるデータは、長瀬川下流流域の日実測流量と各湖における日実測流量データであり、また降雨は各流域においてティーセン法より算出した日降雨データを用いて行った。解析の期間は1991年から1998年までを対象とした。

4.1 各湖流域における小流域への適用

図-2に1998年における各湖流域におけるハイドロ・ハイエイトグラフを示す。この図より、夏期における出水時は各流域ともに実測値と計算値は、ほぼ良好に対応している。また4月において計算値と実測値に大きな差異が見られている。これは春先の融雪に伴う出水が明確に表れていることがわかる。計算結果は以前のモデルに比べ、夏期の出水時における流量のピークを表現できていないが、降雨量の少ない低水流量時において良好に再現される結果となった。計算結果と実測値の適合度を表す指標として、1年間の日流量の相対誤差の平均値(DRE)と1年間の総流出量の相対誤差(YRE)の算出を行った。以下に算定式を示す。

$$DRE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|Q_o(t) - Q_c(t)|}{Q_o(t)} \dots \dots \dots (1)$$

$$YRE = \left| \frac{\sum_{t=1}^N Q_o(t) - \sum_{t=1}^N Q_c(t)}{\sum_{t=1}^N Q_o(t)} \right| \dots \dots \dots (2)$$

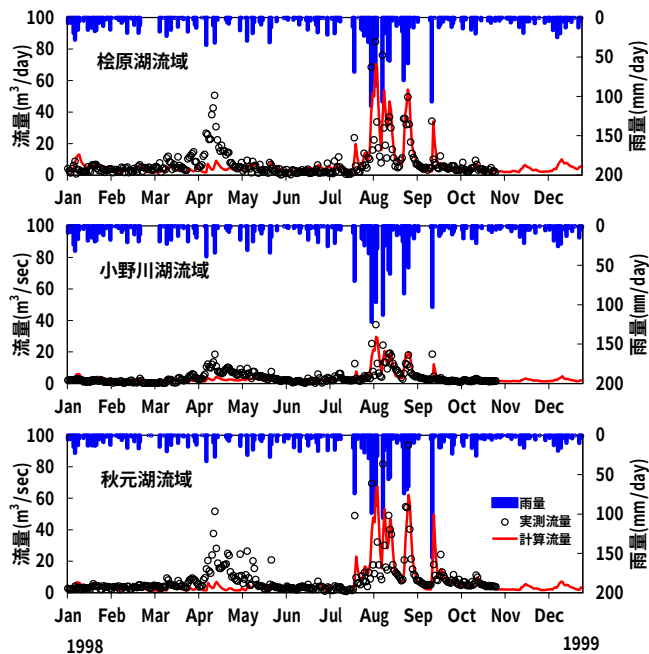
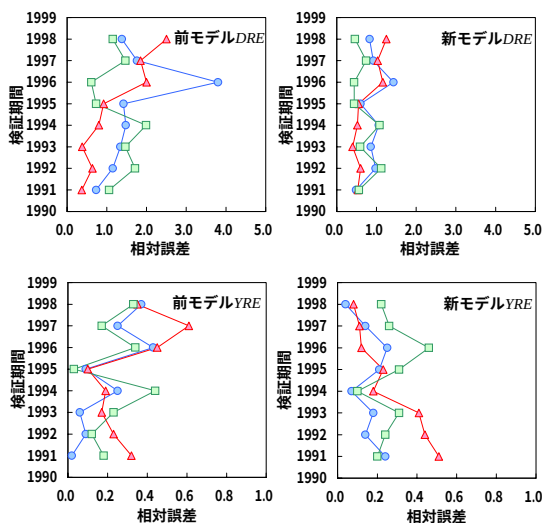


図-2 各湖流域における実測値と計算値の流量比較図

ここで、 $Q_d(t)$: t 日の実測流量(m^3/sec)、 $Q_c(t)$: t 日の計算流量(m^3/sec)、 N : 1年間の日数。図-3 に日流量と年間の総流出量の相対誤差を示す。



(○) 検原湖流域 (△) 小野川湖流域 (□) 秋元湖流域

図-3 相対誤差による適合性の評価

これより、日流量の相対誤差は検証前に比べ大幅に改善されていることが分かる。また 1 年間の総流出量の相対誤差も変動幅が小さくなり、近年においては比較的小さな値を示している。日流量の相対誤差の平均値は 0.4~1.4 であり、また年間の総流出量の相対誤差も 0.04~0.50 と比較的小さく、安藤・高橋³⁾が長期流出タンクモデルについて得た値とほぼ同程度の値である。以上のことから、相対誤差から評価しても、モデルの適合性は高いものだと考えられる。

4.2 湖沼流域を包含する大流域への適用

図-4 に 1998 年の長瀬川下流域における実測値と計算値の比較図を示し、図-5 にこのモデル定数を用いて解析を行ったハイドロ・ハイトグラフを示す。これより検証後の計算値は過小評価が見られているが、この要因として平水時において日変動が非常に大きいことから、酸川の自然流域河川の特性を含み長瀬川上流流域の各湖での発電による流量調整が行われていることによる影響であると考えられる。特に 1 月から 4 月においては上水道などの効果的な水運用を行う為の安定した供給が行われているものと思われる。また夏期の出水後の計算値は実測流量を大きく下回るが、これはダム貯留効果による人為操作の影響であると考えられる。

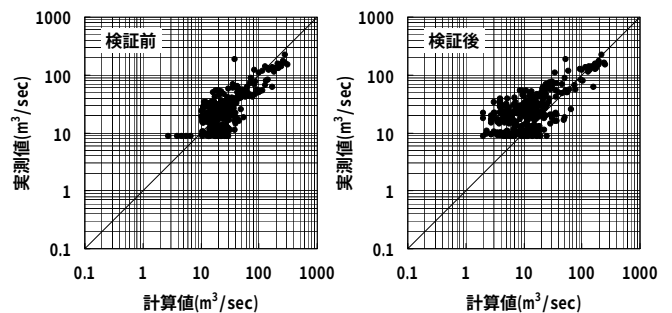


図-4 実測値と計算値の比較図

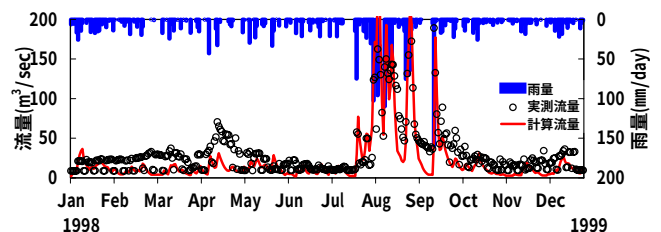


図-5 長瀬川下流域における実測値と計算値の流量比較図

5. おわりに

検証後のモデルは高い適合性が認められた。また小流域に適応したモデル定数は大流域にも適応できるものと考えられる。今後の課題は蒸発散・融雪および水運用における人為操作を考慮する必要がある。

【参考文献】

- 1) 吉川智久, 長林久夫: 山間寒冷地の湖沼群流域におけるタンクモデルの適用, 土木学会第 56 回年次学術講演 pp.504-505, 2001.
- 2) 吉川智久: タンクモデルによる猪苗代湖流域の流出解析, 日本大学工学研究科修士学位論文 2002 年 3 月
- 3) 安藤義久, 高橋 裕: 実用的長期流出モデルの山地流域への適用性, 第 27 回水理講演会論文集 pp.451-456, 1983.