

II-57

タンクモデルにおける観測誤差の影響

山梨大学大学院 学生員 林 直人
山梨大学工学部 正 員 竹内邦良

1. はじめに

流出解析とは、降雨に伴う河川や湖沼への流出を算出する技術であるが、この流出解析の1つの有効な方法としてタンクモデルがある。本報では、降雨及び流量データの持つ誤差(ノイズ)がタンクモデルのパラメータに対していかなる影響を与えるか、その度合いについて宮崎県・綾北川のデータを用いて検討する。

2. 菅原のタンクモデル

①用いたタンクモデルの構造及び初期パラメータ値をFig.1に示す。本研究では、地下への浸透は考慮せず、降雨がすべて河川に流出する構造で行なった。

②パラメータの修正方法としては、菅原(1984)によるパラメータの自動推定を用いた。

③評価指標としてはCR値を用いる。これは実測流量と推定流量とが、どの程度一致しているかを示す指標であり、平均二乗誤差と対数を取った流量についての平均二乗誤差との平均値に相当する値である。CR値は以下の式で示される。

$$MSEQ = \left\{ \sum_j (QE(J) - Q(J'))^2 / \sum_j 1 \right\}^{1/2} / \left\{ \sum_j Q(J) / \sum_j 1 \right\}$$

$$MSELQ = \left\{ \sum_j (\log QE(J) - \log Q(J'))^2 / \sum_j 1 \right\}^{1/2}$$

$$CR = (MSEQ + MSELQ) / 2$$

ここで、 $QE(J)$ 、 $Q(J)$:それぞれJ日の推定流量及び実測流量、 $Q(J')$: $Q(J-1)$ 、 $Q(J)$ 及び $Q(J+1)$ のうち最も $QE(J)$ に近い値である。

3. 数値実験の方法

①データとしては、綾北川の日雨量及び日流量23年間分('61-'83)を用いる。そして前半の18年間でキャリブレーションを行ない、その時の最適パラメータを用いて後半の5年間でベリフィケーションを行なう。

②蒸発量としては、Hamon 法(水理公式集)によって求めた値を採用した。キャリブレーションを行なう時のタンクの初期貯留量を設定するための計算年数は2年とした。

③ノイズの加え方としては、平均1、標準偏差 σ の正規乱数を発生させ、雨量及び流量データに乘じてノイズを加えたデータとする。 σ の大きさは、 σ は0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25及び0.3の6種類とする。ノイズはキャリブレーション用のデータのみに加える。

④ノイズを乗せたデータは、1つの組み合わせ(σR , σQ)について30回発生させ、そのすべてに対しキャリブレーションとベリフィケーションを行なう。ここで σR と σQ は、それぞれ雨量及び流量に加えたノイズの標準偏差である。

4. 結果

キャリブレーション及びベリフィケーションによって得られた、各組み合わせにおけるCR値(30ケースの平均値)をFig.2及びFig.3に示す。Fig.2では、CR値は $\sigma R = \sigma Q = 0$ の時の最も小さく、 σR , σQ が増加するにつれて徐々に大きな値になっている。またノイズを雨量に加えた場合と流量に加えた場合について比較してみると、雨量にノイズを加えた時の方がCR値が大きい(悪い)。Fig.3では、CR値は全くノイズを加えない場合より、小さいノイズを乗せた場合の方が小さい(良い)値が出ている。またFig.2とは逆に、雨量にノイズを加えた

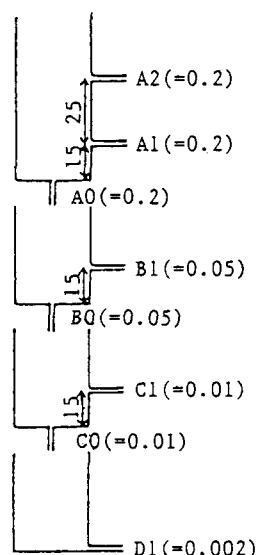


Fig.1 Model structure and initial parameters

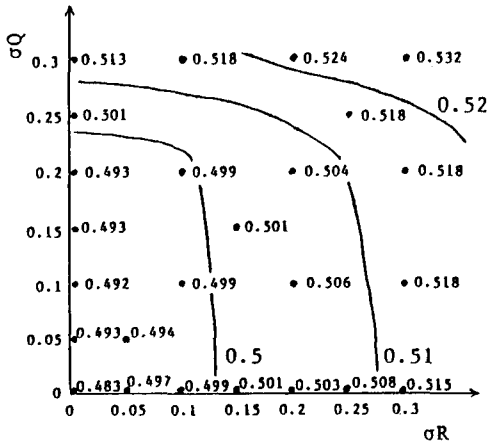


Fig.2 A map of CR values
for calibration data ('61-'78)

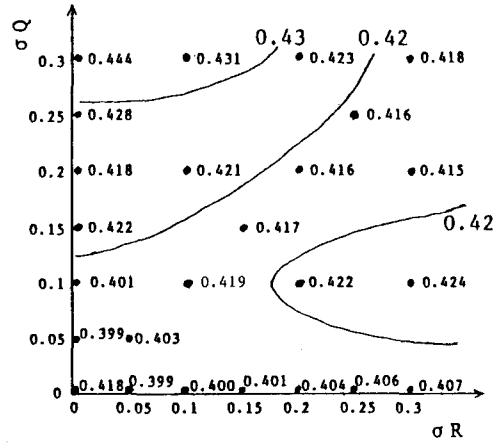


Fig.3 A map of CR values
for verification data ('79-'83)

場合の方が流量にノイズを加えた場合より良い値が出ている。特に、流量のみにノイズを加えた時のCR値は急激に増加している。さらに $\sigma R = \sigma Q$ の時には、 σ が増加するにつれてCR値は増加傾向にあるが、他の σR と σQ の組み合わせでのCR値に比べると比較的小さくなっている。また、キャリブレーションでのCR値の方がペリフィケーションでのそれより大きくなっている。ノイズを加えた時の各パラメータの変化の1例として、 $\sigma R = \sigma Q$ の場合をFig.4に示す(乱数発生は1つの組み合わせについて5回)。Fig.4ではノイズが小さい時($\sigma = 0.05$)には、大きなノイズが加わった場合に比べると比較的各パラメータのばらつきは小さくなっている。

5. まとめ

以上より、タンクモデルをノイズが加わったデータに適用させた時の収束状況及びパラメータの変化について知ることができた。ただしこれは綾北川に

ついての結果であり、今後他のデータについて検討してみる必要がある。また、タンクモデルを用いてデータがどの程度の誤差を含んでいるかを推定できるか検討したい。

参考文献

- 菅原正巳(1984): TANKMODEL with Snow Component pp.226-247
土木学会: 水理公式集(1985) pp.145

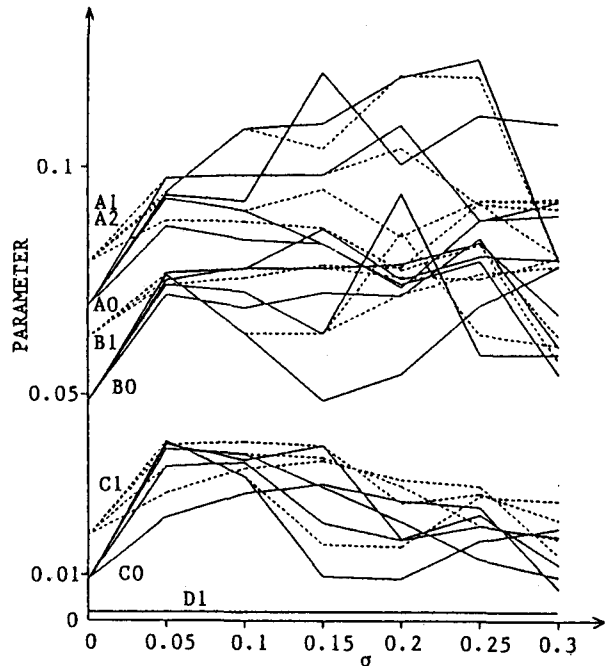


Fig.4 The relation between noise and
calibrated parameters