

ショット・ノイズ過程の流量時系列への適用

神戸大学工学部 正員 神田 徹

神戸大学大学院 学生員 畑 恵介

神戸大学大学院 学生員 ○牧 龍一郎

1. まえがき

水資源計画のために必要な流量時系列をシミュレートするために、従来確率統計的特性を用いる種々のモデルが提案されている。しかし時間単位が短かくなると共に流域の流出特性をモデルに導入する必要性が生じてくる。この問題を解決するためにWeissは以下に述べるショット・ノイズ・モデルを用いて、日流量時系列の模擬発生を行っている。本研究はこのモデルを半旬流量時系列へ適用しその問題点について検討したものである。

2. ショット・ノイズ・モデル

流量時系列を表わす過程としてショット・ノイズ過程が(1)式のように与えられる。

$$X(t) = \sum_{m=N}^{N(+\infty)} y_m \cdot \exp[-b(t - \tau_m)] \quad (1)$$

ここに、 $N(t)$ は事象発生率 ν のポアソン過程、 y_m は降雨量に相当するもので平均 θ の指数分布に従う変数、 b は低減係数である。(1)式により発生される $X(t)$ は(2)式のガンマ分布に従うことがわかっており、またこの過程のパラメータと $X(t)$ の積率の関係は(3)式のようなになる。

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\nu/b)} \left(\frac{\nu}{\theta}\right)^{\nu/b} x^{\nu/b-1} \exp\left(-\frac{x}{\theta}\right) \quad (2)$$

平均値:	$\nu = \theta(\nu/b)$	ひずみ係数:	$\beta_1 = 2(b/\nu)^{0.5}$	} (3)
分散:	$\sigma^2 = \theta^2(\nu/b)$	とがり係数:	$\beta_2 = 6(b/\nu) + 3$	
相関係数:	$\rho[X(t), X(t+s)] = \exp(-bs)$			

種々の ν , θ , b の値に対する模擬発生資料(14400個)の積率と(3)式による理論値を比較すれば図-1のようなのである。事象発生率の小さい値($\nu=0.1\sim 0.2$)に対してとがり係数が理論値より若干ずれるが、3次以下の積率は理論値と一致する。

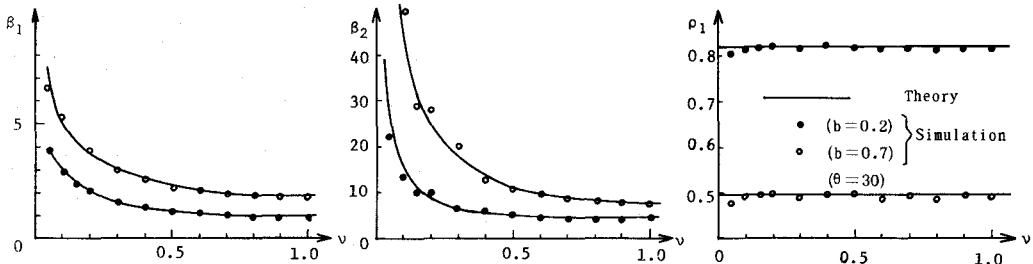


図-1 積率の理論値とシミュレーション値との比較

3. ショット・ノイズ過程の流量時系列への適用

実際の河川流量資料は瞬時値としてではなく単位時間の平均値として与えられるので、それらの資料に対する積率とパラメータ ν , θ , b の関係は(3)式を若干補正した式で与

表-1 記録値とシミュレーション値との積率の比較

月	平均値		標準偏差		LAG-1 相関係数	
	r	s	r	s	r	s
1	11.4	11.6	6.1	6.1	0.58	0.55
2	12.3	12.6	7.6	7.1	0.73	0.73
3	15.2	15.5	10.3	10.9	0.36	0.34
4	17.1	16.6	9.5	9.4	0.37	0.44
5	17.2	16.7	13.3	13.0	0.44	0.37
6	25.1	24.6	31.3	28.9	0.18	0.10
7	27.1	26.1	24.0	23.5	0.36	0.34
8	23.4	22.1	32.8	29.6	0.25	0.27
9	38.0	34.2	49.1	44.4	0.19	0.16
10	28.7	31.1	32.0	36.8	0.21	0.21
11	16.8	19.0	10.3	16.9	0.50	0.40
12	12.9	13.4	6.4	7.1	0.57	0.57
年全体	20.4	20.2	24.8	24.1	0.34	0.30

(r : 記録値 , s : シミュレーション値)

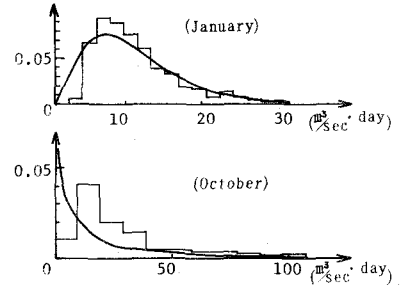


図-3 確率密度関数とヒストグラムとの比較

えられる。木津川半旬流量資料(48年間)の平均値・分散・相関係数から、この式を用いて ν 、 θ 、 b を月ごとに求め、100年間の半旬流量時系列を模擬発生させた。得られた模擬発生資料は表-1に示す

ように年全体では記録資料の積率を保持するが、月ごとに分散の大きい6、8~10月に積率の再現性が若干悪く、また図-2のように低減部で流量が零近くになり基底流量が確保できない。これは(2)式のガンマ分布のあてはめがこれらの月に対しては適当でないことによるものである(図-3参照)。

4. 流況の長期的特性

このモデルによって長期間の流況の持続性が再現さるかどうかを調べるために、6~10月の5ヶ月間(豊水期)と11~5月の7ヶ月間(低水期)の総流量について、記録資料と模擬発生資料の非超過確率を比較したものが図-4である。高水流量の再現性は比較的良好であるのに対して、低水流量の持続性の再現性は劣る。いずれにしても、長期間の持続性に関してはこのモデルではやや不十分な点が認められる。

5. あとがき

本研究では記録資料が(2)式のガンマ分布に従うとして模擬発生させたため $(\nu/b) < 1$ となる場合に基底流量の再現性に問題が残った。この点について今後検討を行いたい。

参考文献) Weiss, G., Shot Noise Model for the Generation of Synthetic Streamflow Data, W.R.R., Vol. 13, No. 1, 1977.

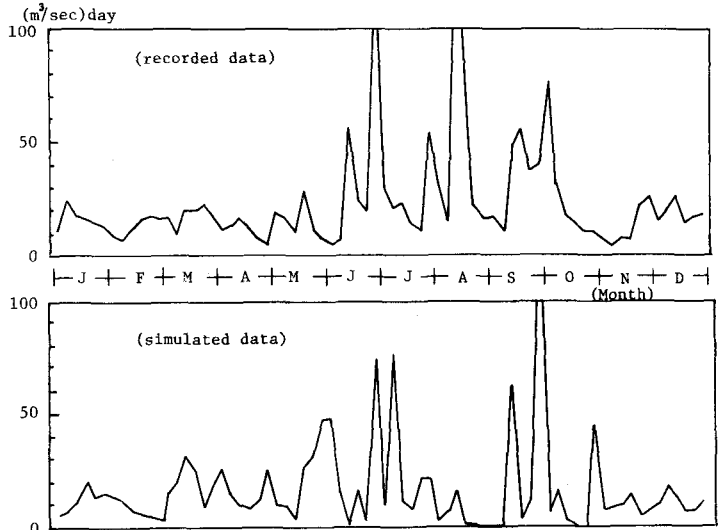


図-2 記録資料と模擬発生資料の半旬流量時系列

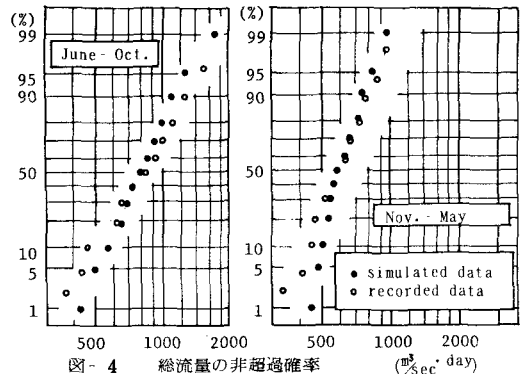


図-4 総流量の非超過確率