

T年確率洪水流量の変動性について

京都大学工学部 正 員 高 棹 琢 馬

京都大学工学部 正 員 〇 宝 馨

京都大学大学院 学生員 清 水 章

1. 目的 T年最大洪水流量に多数の確率分布モデルをあてはめ、こうして得たT年確率洪水流量の変動性を明らかにする。また、この変動性に基づいてそれらのモデルの評価を行なう。

2. 方法 ①データ：(a) St. Marys川の年最大日流量¹⁾ (1916-1974年の59年間、 ft^3/s 単位) および (b) Ganga川の年最大ピーク流量²⁾ (1885-1971年の87年間、 m^3/s 単位)。Fig.1 にヒストグラムを示した。②確率分布モデル：正規分布(2母数)、対数正規分布(2母数、3母数)、Pearson III型分布(2母数、3母数)、対数Pearson III型分布(3母数)、平方根指数型最大値分布(2母数)³⁾、一般化極値分布(3母数)、Gumbel分布(2母数)、対数Gumbel分布(2母数、3母数)。なお、対数変換は自然対数による。③母数推定法：すべての分布に対して最尤法を用いる(尤度関数を最適化計算により最大化)。④全データを用いて母数推定を行ない適合度を評価する。標準変量最小二乗規準⁴⁾ (SLSC)、最大対数尤度 (MLL)、赤池の情報量規準 (AIC) を用い適合度を評価する⁵⁻⁷⁾。これらの規準で良い評価の得られないモデルを除外する。

⑤良い適合度評価を得たモデルに対し

てjackknife法⁸⁾を適用し、確率水文量の推定値とその標準偏差(これが確率水文量、ここではT年確率洪水流量の変動を与える)を得る。⑥適合度が良く、かつ、確率水文量の変動の小さいモデルを最良モデルとして採択する。

3. 結果と考察 11種のモデルの適合度をTable 1 に示す。表中、*印は各評価規準 SLSC, MLL, AIC のなかで最も良い値である。ヒストグラムとの適合性を見るために、Fig.1 には、いくつかの分布について密度関数のグラフを示した。(a)と(b)のどちらの場合も正規分布、2母数Pearson III型分布、2母数対数Gumbel分布の適合度が悪く、また(b)に対してはGumbel分布も良くなかった。これらを除外し、残りのモ

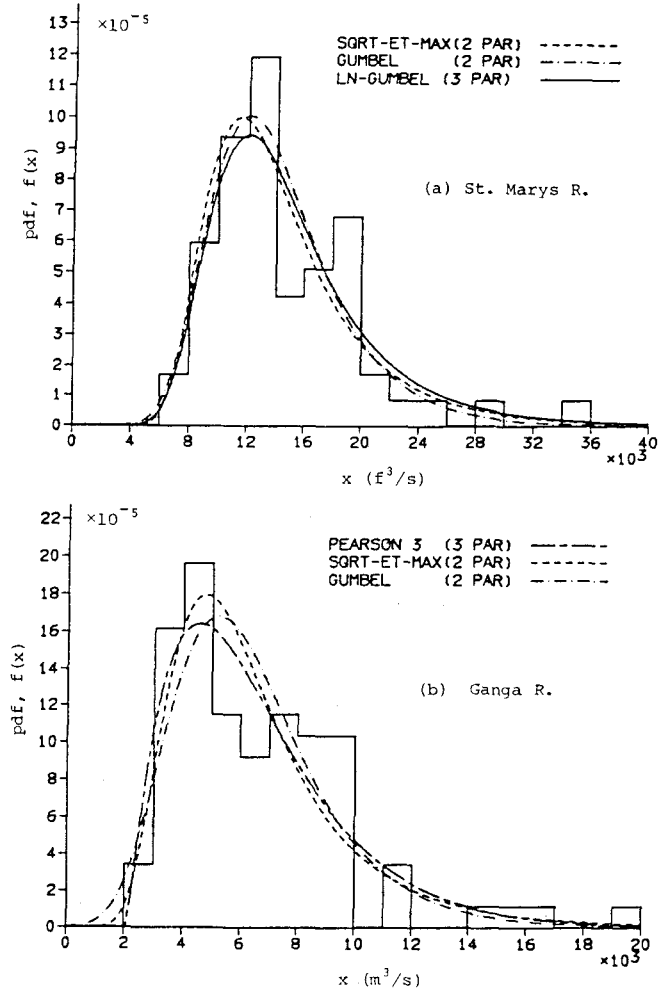


Fig.1 ヒストグラムとあてはめたいくつかの分布

Takuma TAKASAO, Kaoru TAKARA, Akira SHIMIZU

デルに対し jackknife法を適用した結果を Table 2に示す。なお、(b)には参考のため Gumbel 分布の結果も併記した。この表から、次のことが言える。

[1] 一般化極値分布、3母数対数正規分布は確率水文学の変動を大きく評価する傾向がある。

[2] 3母数対数Gumbel分布は確率水文学の値を大きく評価する。

[3] (a) については Gumbel 分布が最良のモデルである。(b)については平方根指数型最大値分布がよい。これらの分布は、Fig.1 でも良い適合を示している。

[4] T年確率洪水流量の変動(すなわち推定誤差)は、T=50, 100, 200に対して、それぞれ、(a) で6.7, 7.0, 7.2 %, (b) では7.5, 7.9, 8.3 %程度である。

5. 結論 T年確率洪水流量を確

率分布モデルをあてはめて評価しようとする際には、その推定精度(変動性)に留意する必要がある。少なくとも7~8%程度の推定誤差は見ておかねばならない。

また、極値降水量^{3, 6, 7)}のみならず、洪水流量についても、Gumbel分布が適合しないような場合に、平方根指数型最大値分布は有力な代替モデルとなりそうである。

【参考文献】

- 1) Kite (1977): Frequency and Risk Analyses in Hydrology. Water Resources Publications, Fort Collins, U.S.A.
- 2) Raghunath (1985): Hydrology - principles, analysis and design. A Halsted Press Book, Wiley Eastern, New Delhi.
- 3) 江藤・室田・米谷・木下 (1986):大雨の頻度, 土木学会論文集, 369/II-5.
- 4) 高棹・宝・清水 (1986):琵琶湖流域水文データの基礎的分析, 京大防災研年報, 第29号B-2.
- 5) 宝・高棹・清水 (1987):水文統計解析における確率分布モデルの評価, 京大防災研年報, 第30号B-2.
- 6) 宝・清水・高棹 (1987):降水量データに対する確率分布の適合度について, 関西支部年講, II-58.
- 7) 宝・高棹 (1988): 水文頻度解析における確率分布モデルの評価規準, 土木学会論文集, 393/II-9.

Table 1 各モデルの適合度

(a) St. Marys R.		SLSC	MLL	AIC
NORMAL	(2 PAR)	0.06806	-588.313	1180.627
LN-NORMAL	(3 PAR)	0.02189	-580.535	1167.069
LN-NORMAL	(2 PAR)	0.02416	-580.808	1165.615*
PEARSON TYPE3	(3 PAR)	0.03042	-580.510*	1167.019
PEARSON TYPE3	(2 PAR)	0.04734	-582.138	1168.275
LN-PEARSON TYPE3	(3 PAR)	0.08022	-580.549	1167.098
SQRT-ET-MAX	(2 PAR)	0.02173	-580.829	1165.659
GEV	(3 PAR)	0.02212	-580.597	1167.195
GUMBEL	(2 PAR)	0.04001	-580.850	1165.700
LN-GUMBEL	(3 PAR)	0.01946*	-580.643	1167.285
LN-GUMBEL	(2 PAR)	0.04821	-583.187	1170.375

(b) Ganga R.		SLSC	MLL	AIC
NORMAL	(2 PAR)	0.07389	-823.205	1650.410
LN-NORMAL	(3 PAR)	0.02114*	-808.045	1622.089
LN-NORMAL	(2 PAR)	0.02316	-808.456	1620.912
PEARSON TYPE3	(3 PAR)	0.02861	-807.745*	1621.490
PEARSON TYPE3	(2 PAR)	0.04574	-810.732	1625.464
LN-PEARSON TYPE3	(3 PAR)	0.05057	-808.205	1622.367
SQRT-ET-MAX	(2 PAR)	0.02372	-808.331	1620.663*
GEV	(3 PAR)	0.02329	-808.546	1623.091
GUMBEL	(2 PAR)	0.04299	-809.826	1623.651
LN-GUMBEL	(3 PAR)	0.02277	-808.546	1623.092
LN-GUMBEL	(2 PAR)	0.05229	-811.870	1627.741

Table 2 T年確率洪水流量の jackknife推定値*と推定誤差**

(a) St. Marys River (1916-1974, 59 years) (in f^3/s)		Return period, T (years)		
		50	100	200
Gumbel	(2p)	*27301 (1819)**	30008 (2086)	32705 (2354)
Ln-Gumbel	(3p)	34550 (1981)	39471 (2462)	44722 (3009)
SQRT-ET-max	(2p)	32489 (2162)	37103 (2619)	41979 (3113)
Ln-Pearson III	(3p)	25820 (2062)	28094 (2719)	30309 (3517)
Ln-normal	(2p)	27268 (2301)	29882 (2746)	32491 (3214)
Pearson III	(3p)	29290 (2366)	32295 (2803)	35242 (3245)
Ln-normal	(3p)	28507 (3234)	31634 (4188)	34808 (5254)
G.E.V.	(3p)	24742 (3946)	27442 (5126)	30266 (6523)

(b) Ganga River (1985-1971, 87 years) (in m^3/s)		Return period, T (years)		
		50	100	200
SQRT-ET-max	(2p)	*16014 (1206)**	18529 (1469)	21199 (1754)
Pearson III	(3p)	15810 (1269)	17762 (1518)	19689 (1772)
Ln-normal	(2p)	14811 (1243)	16687 (1519)	18611 (1818)
Ln-Pearson III	(3p)	14365 (1377)	16159 (1947)	17976 (2671)
Ln-normal	(3p)	15415 (1653)	17560 (2193)	19789 (2818)
Ln-Gumbel	(3p)	16714 (1608)	19804 (2171)	23278 (2868)
G.E.V.	(3p)	15790 (1949)	18238 (2836)	20848 (3981)
Gumbel	(2p)	13939 (937)	15488 (1071)	17030 (1208)