

水文学への確率分布の適用比較

信州大学工学部 正会員 荒木正夫 信州大学工学部 正会員 寒川典昭
 信州大学大学院 学生員○森 茂 信州大学工学部 丸山弘之

1. はじめに

従来、著者達は、情報の与え方を種々検討することにより、最大エントロピー分布の中で最適な分布を探索してきた。最近の我々の研究^{1), 2), 3)}により、極値水文学量に対してほぼ良い情報の与え方が絞られてきたようである。そこで、本稿では、宝ら⁴⁾の用いた評価手法により、よい情報を与えた最大エントロピー分布と既存分布の実データへの適用比較を試み、最大エントロピー分布の実用性を検討する。なお、変数の数は、とりあえず1個に限るが、今後2変数以上に進展させていかなければならないと考えている。

2. 採用した確率分布

既存確率分布として、次に示す11種類の確率分布を用い、母数は最尤法により推定した。

正規分布 (2母数); NO, 対数正規分布 (2母数, 3母数); LN2, LN3, PearsonⅢ型分布 (2母数, 3母数); Pe2, Pe3, 対数 PearsonⅢ型分布 (2母数, 3母数); LP2, LP3, 平方根指数型最大値分布 (2母数); SEM, Gumbel分布 (2母数); Gu, 対数Gumbel分布 (2母数, 3母数); LG2, LG3

最大エントロピー分布は、上述の分布と母数の数をそろえるため、2母数と3母数の場合を用い、計算結果は文献³⁾から引用した。

3. 適合度の評価規準

分布形の全体的な形状に対する評価規準として、最大対数尤度 MLL (又は対数尤度 LL) とさらに母数の数をも考慮に入れたAICを用い、また確率分布の変動性を明らかにするために、リサンプリング手法であるJackknife法を用いた。適用方法は文献⁴⁾を参照した。

4. 実データへの適用

実データとして、長野、松本、上田、小海、飯山の年最大1日降水量を用いた。Table 1~3は、既存分布の内LL, AICの判定で、上位3位までに1度でも入った分布と、LL, AIC, Jackknife法から判断して選択された最大エントロピー分布のLL, AICの値、およびJackknife法による推定値とその変動を示したものである。掲載は紙面の都合で松本、上田、小海の場合とした。

1) 松本

LLでPearsonⅢ型分布(3母数)、AICで対数PearsonⅢ型分布(2母数)が第1位である。しかし、表に掲げた分布は、全体的な適合度については一定の規準を満足した分布とみられるため、確率水文学量の変動性を示すJackknife法により推定値の標準偏差をみると(1,4,4)の最大エントロピー分布が第1位を示すため、この分布が最もよい分布であると判断される。

2) 上田

LLで(1,4,4)の最大エントロピー分布、AICで(1,4)の最大エントロピー分布、確率水文学量の変動性では(1,4,4)の最大エントロピー分布が第1位であり、ここでも(1,4,4)の最大エントロピー分布が最もよい分布であると判断される。

3) 小海

LLで(1,4,4)の最大エントロピー分布、AICと確率水文学量の変動性では(4,4)の最大エントロピー分布が第1位であり、ここでは(4,4)の最大エントロピー分布が最もよい分布であると判断される。

同様にして、長野では、(2,4)の最大エントロピー分布、飯山では、Gumbel分布(2母数)が最もよい分布と判断された。

最大エントロピー分布は、尤度を最大にするようにパラメタ同定がなされていないため、LL, AICの値は更

に改善される余地がある。しかし、最大エントロピー分布のパラメタを最尤法で推定することは思想の一貫性を欠くとともに、確率水文学の変動性を大きくする恐れがあり、このような検討は今のところする必要がなかろうと考えている。

なお、文献 3) で選ばれた最大エントロピー分布と、ここで掲げた最大エントロピー分布と必ずしも一致しないのは、文献 3) では、リターン・ピリオドの安定性という評価規準も用いているからである。

Table 1 分布の適合度と変動性の検討 (松本)

p.d.f.	MLL	AIC	Jackknife 法による確率水文学の変動性			
			30	50	100	200
LN2	-316.38	636.75	112.85(6.57)	120.71(7.51)	131.24(8.84)	141.66(10.24)
LP2	-316.21	636.42	114.71(6.99)	123.48(8.14)	135.43(9.80)	147.52(11.58)
Gu	-316.27	636.54	114.12(6.16)	122.77(6.90)	134.44(7.91)	146.06(8.92)
LN3	-316.10	638.21	114.24(7.60)	122.55(9.36)	134.03(12.09)	144.56(15.26)
Pe3	-315.87	637.73	122.61(10.30)	133.85(13.42)	148.98(17.98)	164.01(22.87)
LG3	-316.01	638.03	108.42(6.90)	113.42(8.28)	119.53(10.30)	125.03(12.45)
(1,4)	-316.28	636.56	115.65(6.87)	122.91(7.62)	133.09(9.07)	145.28(10.27)
(1,4,4)	-316.17	638.33	112.89(5.30)	119.86(5.67)	129.35(6.19)	139.01(7.07)

Table 2 分布の適合度と変動性の検討 (上田)

p.d.f.	MLL	AIC	Jackknife 法による確率水文学の変動性			
			30	50	100	200
LN2	-348.79	701.57	110.22(7.14)	118.82(6.26)	130.40(9.87)	141.98(11.57)
LP2	-348.68	701.37	112.78(7.82)	122.71(9.26)	136.13(11.40)	150.01(13.75)
Gu	-348.67	701.34	109.96(6.40)	118.76(7.20)	130.63(8.30)	142.46(9.39)
LN3	-348.68	703.36	110.87(7.54)	119.68(9.04)	131.56(11.33)	142.77(13.87)
LP3	-348.67	703.34	---	---	---	---
(1,4)	-348.56	701.11	118.87(7.05)	121.99(8.14)	133.25(9.63)	155.49(11.11)
(1,4,4)	-348.50	703.00	112.19(5.88)	120.05(6.30)	131.72(7.01)	136.27(8.44)

Table 3 分布の適合度と変動性の検討 (小海)

p.d.f.	MLL	AIC	Jackknife 法による確率水文学の変動性			
			30	50	100	200
LN2	-251.39	506.78	137.70(9.18)	149.14(10.72)	164.65(12.97)	180.34(15.40)
Pe2	-250.71	505.41	130.55(7.70)	139.06(8.59)	150.12(9.80)	160.71(11.00)
Pe3	-250.70	507.41	128.78(8.34)	136.65(10.12)	146.75(12.81)	156.28(15.75)
LG3	-250.17	506.34	124.65(7.02)	130.47(8.16)	137.57(9.85)	143.96(11.62)
(4,4)	-250.25	504.50	125.44(5.86)	131.22(6.21)	137.65(6.62)	143.24(6.98)
(1,4,4)	-250.09	506.18	126.13(5.87)	133.26(6.51)	144.54(7.49)	146.83(8.49)

5. あとがき

よい情報を与えた最大エントロピー分布は、ここで用いた評価規準から判断すると、かなり実用的に優れた分布であった。しかし、他の評価規準を追加すると、上述の結果は変わるかも知れない。また、他の地点の水文学を用いると同様の結果が得られるとは限らない。今後はこれらについて検討したい。

- 1) 大原, 荒木, 寒川, 森: 情報の与えかたと最大エントロピー分布, 土木学会中部支部, 昭和62年.
- 2) 寒川, 荒木, 大原: 情報の与えかたと最大エントロピー分布(その2), 第42回土木学会年講, 第2部
- 3) 船橋, 荒木, 寒川, 福沢: 情報と母数の数と最大エントロピー分布, 土木学会中部支部, 昭和63年.
- 4) 宝, 高棟, 清水: 確率水文学の変動性を規準とした確率分布モデルの評価手順, 第42回土木学会年講, 第2部.