

信州大学工学部 正 員 荒木正夫

" " ○寒川典昭

" 学生員 小林紀之

1. はじめに

著者ら^{1),2)}は、1変数M E P分布の特性を検討し、年最大日降水量への適用をはかってきた。その結果、この分布は、水文事象の説明のために導入されることは自然であり、妥当であること、及びよい適合度をもつことが明らかにされた。

本稿は、これらの研究をうけて、種々の時間単位の降雨・流量データを採用し、他の水文量に対しても高い適合度を有するかどうか検討するものである。

2. 理論式と計算法

確率変数 x に対するM E P分布 $p(x)$ は、原点のまわりの N 個のモーメント $(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)$ を制約条件にすると、

$$p(x) = \exp\left(-\sum_{i=1}^N \lambda_i x^i\right), \quad 0 \leq x < \infty. \quad \dots(2.1)$$

となり、上式に含まれるラグランジュ乗数 λ_i は、近似値 α_i 、残差を ϵ_i として、次の連立方程式を解くことにより評価する。

$$\sum_{j=1}^N p_{ij} \epsilon_j = q_i, \quad i=1, 2, \dots, N. \quad \dots(2.2)$$

ここで、 $p_{ij} = c_{i+j} - \mu_i c_j$ 、 $q_i = c_i - \mu_i c_0$ 、 $i, j=1, 2, \dots, N$ 、 $c_s = \int_0^\infty x^s \exp\left(-\sum_{i=1}^N \alpha_i x^i\right) dx$ 、 $s=1, 2, \dots, 2N$ 。
 $\dots(2.3)$

具体的には、次のようにして計算する。(1) 初期値 $\alpha_i^0=0, \epsilon_i^0=0$ とする。(2) $\alpha_i^{k+1} = \alpha_i^k + \epsilon_i^k$ ($k=0, 1, \dots$) として、(2.2) 式を解く。(3) ϵ_i が微小となるまで k を増加させる。(4) $\alpha_i^{k+1} = \alpha_i^k$ となったとき α_i を真値 λ_i とみなして(2.1)式よりM E P分布を求める。

3. 実測データへの適用と考察

ここでは、長野県の立花、杭瀬下、小市、生田の流量データ、及び福島、やぶ原、北牧、古谷、長久保新町の降雨データを種々の時間単位で採用した。図と表は4モーメント適合と、2モーメント適合について、計算結果の1例を示したものである。これより次のことがわかる。(1) λ_i は正負交互に現われる傾向が強く、 N が偶数のとき偶数次に正值が出現しやすい。(2) 4モーメント適合は、どのデータに対しても頻度図をよく説明し、特に安定した頻度図に対してよい適合度を示すが、データ依存度が高いため、特殊なデータに対しては注意を要する。(3) 4モーメント適合は、頻度図が2つのピークをもつ場合、それを説明し得る。(4) 2モーメント適合は、頻度図より偏平となり、とがり度の大きな頻度図に対して説明力が劣る。(5) 2モーメント適合の分布曲線はなめらかな形状を呈する。(6) 4モーメント適合は、原点より遠く離れたところの頻度図に対しては存在し難く、2モーメント適合は、原点近くで急に大きく頻度が低下するときは存在し難い。

4. あとがき

表 M E P 分布のラグランジュ乗数

(a) 降水量(古谷)

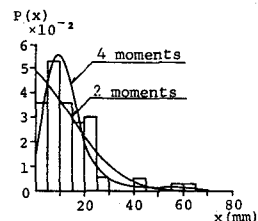
時間単位	μ_1 (mm)	λ_0	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	データ数
5時間目	2.7353	0.7090 1.3814	-0.6072 -4.2364	0.5497 5.3438	-2.1986	0.3208	34
6時間目	2.6304	0.3449 0.7371	0.2467 -2.0822	0.2308 3.3247	-1.3692	0.1887	23
6時間合計	16.309	0.9366 1.4011	-1.1513 -4.4682	0.7716 6.4486	-3.3572	0.6305	34
12時間合計	28.063	0.2103 1.9417	0.5512 -6.5578	0.1296 7.0487	-2.2069	0.2186	24
日(6月)	14.429	0.3497 1.5672	0.2358 -4.7424	0.2346 5.0132	-1.5051	0.1455	72
日(9月)	20.426	-0.1377 0.2670	0.8741 0.4240	0.3263 0.1708	-0.0667	0.0031	66
旬(6,7月)	48.749	0.7274 0.0086	-1.2374 0.9827	1.4347 0.0044	-0.2890	0.0181	145
旬(9,10月)	44.974	0.1721 1.7607	0.3319 -3.1272	0.5125 1.6496	-0.1215	0.0086	144
月(5,6,7月)	129.14	3.9587 0.7236	-12.4192 -0.6420	12.8344 0.5635	-4.8617	0.6649	75
月(8,9,10月)	134.80	2.2082 8.5578	-6.2655 -18.1781	5.8417 9.0892	-1.6236	0.1471	74
年	236.06						21
季節(春)	436.56	4.8627	-10.2219	5.1148			24
季節(夏)	304.57	2.7269 11.5134	-5.3999 -36.5661	2.7327 37.7375	-14.9212	2.0548	23
季節(秋)	88.662	1.8593 6.0600	-3.3618 -22.2848	1.7588 27.3558	-13.0776	2.2166	21
季節(冬)	1069.9	10.0279	-21.2756	10.6378			20
年最小月	10.225	0.5475 1.3177	-0.2247 -4.5836	0.4015 6.3235	-2.7648	0.4094	24

(b) 流量(立花)

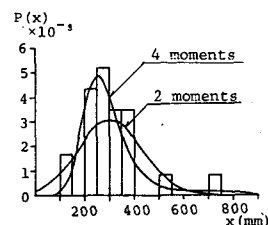
時間単位	μ_1 (m ³ /s)	λ_0	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	データ数
3時間目	416.47	2.2716 6.0428	-4.3367 -19.2719	2.2199 20.0108	-7.8442	1.0994	69
6時間目	509.07	1.9165 5.4364	-3.4976 -18.6382	1.8224 21.1599	-9.2111	1.4326	68
6時間平均	427.97	2.2843 6.0539	-4.3666 -19.3840	2.2342 20.2523	-8.0178	1.1375	69
12時間平均	502.12	2.1048 5.3702	-3.9435 -18.4658	2.0327 21.3763	-9.6993	1.6014	69
日(6月15日)	292.80	0.2451 4.7554	0.4734 -17.4528	0.1546 18.8907	-6.5960	0.7340	30
日(6月)	281.66	0.2566 1.9326	0.4476 -4.9578	0.1631 4.0967	-0.8429	0.0524	300
日(9月15日)	262.08	1.2985 10.3590	-2.0206 -36.6045	1.1467 41.2519	-17.3492	2.4714	30
日(9月)	292.93	0.2527 2.0297	0.4563 -5.3626	0.1602 4.5049	-0.9688	0.0634	300
旬(6,7月)	330.69	1.4066 6.5988	-2.2802 -24.1617	1.2626 28.5303	-12.6185	1.9173	180
旬(9,10月)	267.72	1.4718 5.3824	-2.4365 -17.4905	1.3330 18.0027	-6.6338	0.8329	179
月(5,6,7月)	299.29	3.5162 12.2590	-7.2112 -41.8790	3.6205 48.6833	-23.1788	4.0367	90
月(8,9,10月)	248.17	2.6116	-5.1321	2.6028			89
年	229.47						29
年最大日	1550.6	2.7440 11.1695	-5.4397 -40.8823	2.7520 50.7916	-25.5952	4.6312	30
年最大月	432.89	15.8323	-33.3333	16.6667			30
年最小日	101.71	12.4417	-26.3157	13.1578			30
年最小月	124.56	16.3901	-34.4828	17.2414			30

上段: 2モーメント適合 下段: 4モーメント適合

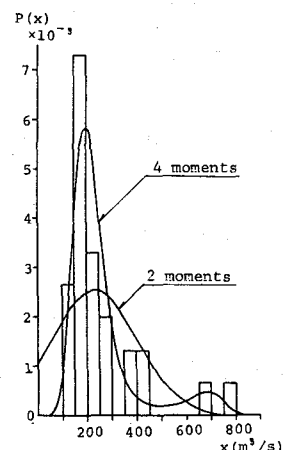
本稿より, M E P 分布は種々の時間単位の降雨・流量データの頻度図をよく説明することが明らかにされた。一方 4 モーメント適合を採用するか, 2 モーメント適合を採用するかについては, 適合度とともにデータ数とモーメントの安定性についても検討して決定していくべきであろうと考える。²⁾



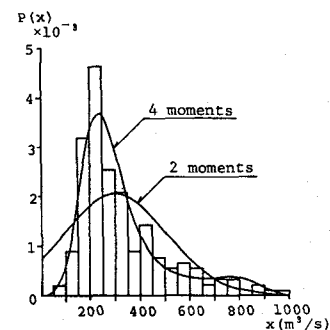
(a) 日降水量(古谷, 6月15日)



(b) 季節降水量(古谷, 秋)



(c) 日流量(立花, 9月15日)



(d) 旬流量(立花, 6,7月)

図 頻度図と M E P 分布

- 1) 荒木, 寒川, 小山: Shannon 流情報理論による確率密度関数の決定, 中部支部年講, 昭和57年2月。
- 2) 寒川, 荒木, 甲田: 降水頻度分析への M E P の導入について, 全国大会年講, 昭和57年10月。