

## II-5 C-ヒストグラムによる水文学の頻度分析(その2)

和歌山県 正会員 森川 智  
 信州大学工学部 正会員 寒川 典昭  
 信州大学工学部 正会員 荒木 正夫

## 1. はじめに

我々<sup>2)</sup>は、統計モーメントを情報としたC-ヒストグラム<sup>1)</sup>を、千曲川流域の比較的データの整備されている19地点の年最大K(=1,2,3)日降水量に適用し、データの頻度図に対する適合より治水計画を目的とした場合には、3次モーメントまでを情報として取り入れブロック数を30個としたC-ヒストグラムが有効であることを述べた。また、C-ヒストグラムの初期値の設定方法として、ガンベル分布の累積分布関数を用いる方法を提案した。本稿では、上述のデータの最大値に対する3モーメント適合・ブロック数30のC-ヒストグラムのリターン・ペリオドについて検討し、次にC-ヒストグラムと統計モーメントを情報とした場合の最大エントロピー分布の、パラメタ同定に要した計算時間について比較する。

## 2. C-ヒストグラム

C-ヒストグラムは、次式で表される。<sup>1)</sup>

$$w = w_n = \frac{1}{Na_n} \quad (1)$$

ただし、 $a_n = x_n - x_{n-1}$  ( $x_{n-1} < x_n$ )、 $n=1, 2, \dots, N$ ( $N$ :ブロック数)であり、 $a_n$ は(1)式から求まるエントロピーを最大にするように決定される。

## 3. リターン・ペリオド

Table 1 に千曲川流域内の19地点の年最大K(=1,2,3)日降水量に対する3モーメント適合・ブロック数30のC-ヒストグラムから計算した最大値のリターン・ペリオドとデータ数を示す。リターン・ペリオドの値は、ほぼデータ数の1/2から2倍の間におさまリ、現実的な値を示している。飯山の年最大3日降水量のように、最大値が他に比べ大きい値を取るような場合にはリターン・ペリオドの値がデータ数の2倍前後となっているが、この程度の散らばりは当然あってしかるべきものと判断する。

## 4. 計算時間

Table 2 に、C-ヒストグラムと統計モーメントを情報とした場合の最大エントロピー分布のパラメタ同定に要した計算時間の1例として年最大1日降水量の場合を、またTable 3 にブロック数を変化させた場合の3モーメント適合のC-ヒストグラムの計算時間を示す。ただし、Table 2 で、C-ヒストグラムのブロック数は2、3モーメント適合では30個、4モーメント適合では、30個では計算できなかったため、29個にしておき、空白の部分はパラメタが同定できなかったケースである。ただし、計算には、HITAC M-260Dを利用している。

Table 2 より、C-ヒストグラムではモーメント数の増加に伴い計算時間はわずかに増加するがすべて8秒以内と短く、また観測地点が異なっても情報として取り入れるモーメントの数が同じであれば安定していることがわかる。また、Table 3 より、ブロック数が増加しても計算時間はほとんど変化していないと言える。これに対し、最大エントロピー分布では、Table 2 で示したように観測地点間の計算時間の散らばりが大きく、またそれは2モーメント適合を除けばC-ヒストグラムよりかなり長くなっている。この主な原因は、プログラム中の計算方法の違いにあると考えられる。両モデルとも未知であるパラメタを近似値と残差に分け、残差を0に近い値に収束するまで連立1次方程式を繰り返し解くことは同じであるが、この連立1次方程式の係数行列の要素がC-ヒストグラムでは1回の単純な四則計算のみで求まるのに対し、最大エントロピー分布では数値積分を用いなければ求まらない。この点が両者の計算時間の相違に大きく影響を与え

たものと推察される。C-ヒストグラムの計算時間が短くてすむという特徴は、この分布が2変数以上の多変数に拡張されたとき、大きな利点となって表れることが予想される。

5.おわりに

本稿では、最大値に対するリターン・ペリオドとパラメタ同定に要する計算時間についてC-ヒストグラムの特徴を検討した。今後は、LL,AIC,Jackknifeを導入して、他分布との適用比較を行うとともに統計モーメント以外の情報も取り込みながら多変数への拡張の可能性について検討していきたい。最後に、計算、作図には、長野県職員高野繁樹君の協力を得たことを記し、謝意を表する。

Table 1 最大値に対するリターン・ペリオド(R.P.,年)およびデータ数(個)

| 観測所 | 年最大1日降水量 |      | 年最大2日降水量 |      | 年最大3日降水量 |      |
|-----|----------|------|----------|------|----------|------|
|     | R.P.     | データ数 | R.P.     | データ数 | R.P.     | データ数 |
| 安曇  | 45.40    | 61   | 60.86    | 61   | 50.08    | 61   |
| 別所  | 44.78    | 52   | 51.55    | 52   | 43.62    | 52   |
| 飯山  | 108.51   | 77   | 137.38   | 77   | 173.55   | 77   |
| 岩村田 | 125.69   | 77   | 100.78   | 77   | 81.97    | 77   |
| 鬼無里 | 88.22    | 50   | 82.74    | 50   | 79.46    | 50   |
| 小海  | 39.40    | 54   | 59.41    | 51   | 47.43    | 55   |
| 松本  | 38.40    | 72   | 63.55    | 72   | 53.98    | 72   |
| 南小谷 | 105.70   | 58   | 111.50   | 58   | 110.58   | 58   |
| 長野  | 51.16    | 84   | 92.90    | 85   | 55.08    | 85   |
| 中条  | 53.37    | 58   | 76.76    | 58   | 99.28    | 58   |
| 中野  | 82.36    | 78   | 65.65    | 78   | 63.96    | 78   |
| 野沢  | 67.45    | 59   | 43.16    | 59   | 64.56    | 59   |
| 大町  | 66.26    | 75   | 59.32    | 75   | 48.30    | 75   |
| 篠ノ井 | 56.06    | 78   | 60.05    | 77   | 50.91    | 77   |
| 宗賀  | 57.64    | 59   | 48.53    | 59   | 51.28    | 59   |
| 須坂  | 59.81    | 77   | 96.63    | 77   | 84.06    | 77   |
| 豊科  | 58.02    | 71   | 68.38    | 71   | 69.11    | 71   |
| 上田  | 41.16    | 79   | 83.69    | 79   | 68.78    | 79   |
| 屋代  | 71.07    | 77   | 64.83    | 77   | 63.14    | 77   |

Table 2 年最大1日降水量に対する計算時間の比較(秒)

| 観測所 | C-ヒストグラム |      |      | 最大エントロピー分布 |       |       |
|-----|----------|------|------|------------|-------|-------|
|     | モーメント    |      |      | モーメント      |       |       |
|     | 2        | 3    | 4    | 2          | 3     | 4     |
| 安曇  | 5.14     | 6.63 |      | 8.36       | 67.69 |       |
| 別所  | 5.19     | 6.44 |      | 8.35       | 66.83 |       |
| 飯山  | 5.12     | 6.47 | 7.54 | 7.60       | 57.06 | 50.59 |
| 岩村田 | 5.09     | 6.45 | 7.82 | 7.16       | 47.59 | 45.51 |
| 鬼無里 | 5.13     | 6.60 | 7.89 | 6.47       | 31.34 | 35.80 |
| 小海  | 5.05     | 6.42 |      | 8.27       | 67.37 |       |
| 松本  | 5.20     | 6.41 |      | 8.33       | 64.92 |       |
| 南小谷 | 5.17     | 6.43 | 7.92 | 7.56       | 54.12 | 48.31 |
| 長野  | 5.14     | 6.35 |      | 8.28       | 66.59 | 85.54 |
| 中条  | 5.10     | 6.46 |      | 7.41       | 55.70 | 59.53 |
| 中野  | 5.11     | 6.46 | 7.83 | 6.75       | 38.84 | 43.84 |
| 野沢  | 5.18     | 6.48 |      | 8.35       | 62.42 | 56.13 |
| 大町  | 5.21     | 6.42 |      | 8.35       | 60.15 |       |
| 篠ノ井 | 5.10     | 6.40 |      | 7.21       | 52.49 |       |
| 宗賀  | 5.19     | 6.63 |      | 7.59       | 55.44 |       |
| 須坂  | 5.19     | 6.55 |      | 7.23       | 51.16 |       |
| 豊科  | 5.14     | 6.41 |      | 8.30       | 65.36 |       |
| 上田  | 5.13     | 6.48 |      | 8.23       | 61.27 | 57.26 |
| 屋代  | 5.12     | 6.51 | 7.88 | 7.25       | 40.52 | 45.38 |

Table 3 ブロック数の変化による計算時間の変化(秒)

| 観測所 | 年最大1日降水量 |      |      | 年最大2日降水量 |      |      | 年最大3日降水量 |      |      |
|-----|----------|------|------|----------|------|------|----------|------|------|
|     | ブロック数    |      |      | ブロック数    |      |      | ブロック数    |      |      |
|     | 10       | 20   | 30   | 10       | 20   | 30   | 10       | 20   | 30   |
| 安曇  | 6.00     | 6.34 | 6.63 | 6.25     | 6.26 | 6.61 | 6.06     | 6.33 | 6.42 |
| 別所  | 6.16     | 6.20 | 6.44 | 6.09     | 6.26 | 6.51 | 6.03     | 6.34 | 6.49 |
| 飯山  | 6.14     | 6.46 | 6.47 |          | 6.24 | 6.44 |          | 6.23 | 6.38 |
| 岩村田 | 6.17     | 6.25 | 6.45 | 6.14     |      | 6.80 | 6.09     | 6.35 | 6.36 |
| 鬼無里 | 6.23     | 6.41 | 6.60 | 6.04     | 6.28 | 6.61 | 6.18     | 6.39 | 6.42 |
| 小海  | 6.04     | 6.36 | 6.42 | 6.13     |      | 6.50 | 6.21     | 6.35 | 6.44 |
| 松本  | 6.05     | 6.30 | 6.41 | 6.11     | 6.21 | 6.65 | 6.15     | 6.40 | 6.44 |
| 南小谷 | 6.07     | 6.33 | 6.43 | 6.08     | 6.34 | 6.59 | 6.23     | 6.38 | 6.43 |
| 長野  | 6.07     | 6.34 | 6.35 | 6.06     | 6.33 | 6.42 | 6.20     | 6.25 | 6.39 |
| 中条  | 6.06     | 6.43 | 6.46 | 6.14     | 6.25 | 6.50 | 6.20     | 6.21 | 6.42 |
| 中野  | 6.27     | 6.31 | 6.46 | 6.06     | 6.20 | 6.45 | 6.06     | 6.14 | 6.60 |
| 野沢  |          |      | 6.48 |          | 6.28 | 6.50 |          | 6.19 | 6.42 |
| 大町  | 6.17     | 6.29 | 6.42 | 6.06     | 6.18 | 6.69 | 6.10     | 6.36 | 6.51 |
| 篠ノ井 | 6.17     | 6.31 | 6.40 | 6.13     | 6.32 | 6.41 | 6.16     | 6.24 | 6.50 |
| 宗賀  | 6.25     | 6.22 | 6.63 | 6.10     | 6.22 | 6.44 | 6.18     | 6.21 | 6.45 |
| 須坂  | 6.10     | 6.30 | 6.55 | 6.20     | 6.32 | 6.51 | 6.06     | 6.16 | 6.43 |
| 豊科  | 6.13     | 6.34 | 6.41 | 6.16     | 6.27 | 6.50 | 6.21     | 6.16 | 6.57 |
| 上田  | 6.10     | 6.31 | 6.48 | 6.03     | 6.26 | 6.44 | 6.23     | 6.22 | 6.61 |
| 屋代  | 6.23     | 6.22 | 6.51 | 6.21     | 6.32 | 6.50 | 6.29     | 6.41 | 6.54 |

1)Collins. ,R.,and A. Wragg : Maximum entropy histograms, J. Phys. A : Math. Gen. ,Vol.10, No.9, pp.1441~1464 ,1977.

2)荒木・寒川・森川・高野：C-ヒストグラムによる水文量の頻度解析，昭和62年度中部支部講演集，Ⅱ-54，1988年。