

信頼度の異なる流域平均雨量の頻度分析

信州大学工学部 正会員○寒川典昭

信州大学工学部 児玉晃広

1. はじめに

治水計画を行う時の基本的な水文量は、流域平均 $k(k=1,2,3)$ 日雨量である。この時、データは長期間利用できる程、望ましい。ところが、古い時代のデータは流域内の観測所数が少ないため、求めた平均雨量の精度が低下するという理由で対象外におかれている。従って、用いるデータの採用期間が短くなり、確率水文量に多くの不確定さが内在することになる。この問題を解決する1つの方法は、流域平均雨量を精度付きで取り扱うことにより、古い時代のデータも統計解析に利用することにある。本研究はこの利用の仕方、即ち精度付き水文データの頻度分析手法を開発し、千曲川流域の実データを用いて、提案した手法の有効性を検証したものである。

2. 頻度分析の手順

流域平均雨量の精度は流域に存在する観測所の数と配置に依存する。ここでは数の問題は、平均雨量の精度を与える確率分布の分散に組み込み、配置の問題は特定の観測所数以下で求めた平均雨量を補正係数を用いて修正することにより対処した。以下に計算の手順を箇条書きにする。

1) 計画に用いられていないデータを表-1に示した方法により修正する。

2) 修正後のデータと計画に用いられたデータに対して、正規分布 $N(\mu_k, \sigma_k^2)$ で精度を与える。ここに、 $k=1,2,\dots,i,j,\dots,m,m+1,\dots,m+j,\dots,m+n$ であり、 μ_k は k 年の流域平均雨量の値を、 σ_k^2 には次式より算定された値を用いる。

$$\sigma_{k0}^2 = \sigma_{k0}^2 / N_k \quad \text{---(1)}$$

ここに、 K ：流域固有の定数。

3) K の値は次のように算定する。

i) P 個以上の観測所が存在する年($l=1,2,\dots,l_0$)を選定する。

ii) 選ばれた年毎に、 $N(=10,20,\dots,P)$ 個のデータセットを繰り返しを許して Q 組作成する。

iii) ある N に対して次式を計算する。

$$\sigma_{N',l}^2 = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q (\xi_{N',q} - \xi_l)^2, \quad N' = 1,2,\dots,P/10, \quad q=1,2,\dots,l_0 \quad (3)$$

ここに、 $\xi_{N',q}$ ： N 個のデータ q 番目の平均、 ξ_l ： l 年の全データの平均。

iv) 求めた $\sigma_{N',l}$ を用いて、

$$K_{N,l} = \frac{\sigma_{N,l}}{\xi_l} \sqrt{N_l} \quad (4)$$

$$K = \frac{1}{(P/10) \cdot l_0} \sum_{N'=1}^{P/10} \sum_{l=1}^{l_0} K_{N',l} \quad (5)$$

より、 K を算定する。

表-1 治水計画に用いられていないデータの補正方法

(i)計画に用いられていないデータ (ii)計画に用いられているデータ

年	1	-----	i	-----	m	1	-----	j	-----	n
観										
測										
所										

① i 年の修正係数 r_i を次式で算定する。

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{A_j}{B_j}, \quad i=1,2,\dots,m$$

ここに、 A_j ： j 年のデータの平均値、 B_j ： i 年に存在する観測所に対応する j 年のデータの平均値。

② i 年のデータに r_i を乗じて i 年の修正データを作成する。

$$\sigma_{k,0} = K * \mu_i \quad \text{---(2)}$$

4) $N(\mu_k, \sigma_k^2)$ を母集団として、 $(m+n)$ 個のデータセットを M 組シミュレートする。

5) データセット毎に、グンベル分布を用いて M 個の T 年確率水文量を算定し、その平均と標準偏差を計算する。但し、パラメータの同定には、モーメント法と最尤法の両者を用いる。

3. 実データへの適用と考察

実データとして、千曲川流域における年最大 k ($k=1, 2, 3$) 日降水量を取り上げた¹⁾。治水計画に用いられている期間は1926-1969年の44年間であるが、それ以前にも観測所数の数は少ないが40年近いデータが存在する。ここでは、2. の手順に従って具体的な計算を行った。但し、経験上 $M=5000$, $Q=2000$ とし、また $T=100$ とした。一方、 K の値を決定するために用いられる P は大きい程望ましいが、流域の最大観測所数を超えることができず、また P を超える観測所を有する期間がある程度必要であるということから、図-1を参考にして $P=80$ と決定した。表-2はその結果を取りまとめたものである。表-3は上述の44年間のみから算定した100年確率水文量、及びそれ以前のデータも修正して用いた場合の100年確率水文量である。両表を比較すると、表-2の方が大きな確率水文量を与えており、現在治水計画で用いられている確率水文量を再検討する必要があると思われる。また、表-2でモーメント法と最尤法を比較すると、モーメント法の方が平均・標準偏差ともに小さな値を与えていることも分かる。

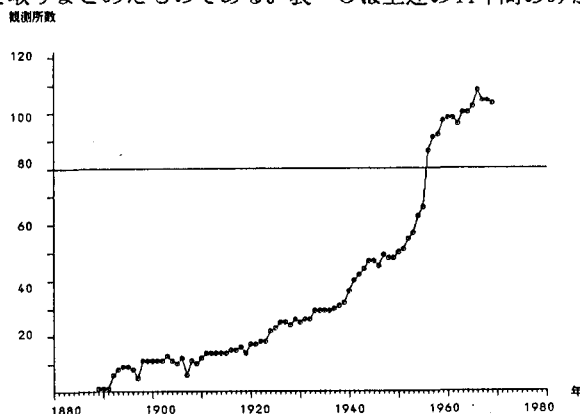


図-1 観測所数の増設状況(年最大2日降水量)

表-2 本稿の方法による100年確率水文量の平均と標準偏差

	K	*モーメント法*	*最尤法*
		平均 (標準偏差)	平均 (標準偏差)
年1	0.418	142.19 (4.00)	143.28 (7.36)
2	0.432	202.66 (9.03)	206.19 (12.00)
3	0.440	228.74 (9.87)	232.78 (14.17)
1(*)	0.388	143.48 (4.38)	145.14 (7.71)
2(*)	0.395	207.51 (10.32)	209.20 (11.28)
3(*)	0.402	235.83 (12.39)	236.99 (13.38)

表-3 従来の方法による100年確率水文量

	1926-1969		1889-1969	
	モーメント法	最尤法	モーメント法	最尤法
年1	139.79	135.93	136.61	135.71
2	180.02	185.44	192.62	194.87
3	203.94	208.31	217.57	219.01
1(*)	139.34	135.73	137.42	137.56
2(*)	178.46	184.22	196.88	200.10
3(*)	202.79	206.98	223.82	225.70

(mm)

(注) (*) --- 2カ月以上、6カ月未満の欠値があるデータを除外した場合

4. あとがき

本稿では、古い時代の流域平均雨量として精度の落ちるデータも使用することにより、治水計画に用いる確率水文量の推定精度を上げることを試みた。どの程度の精度向上が望まれるかは、いくつかのモデルを設定して、シミュレーションによる検討が必要であろう。今後の課題としたい。

参考文献

1) 千曲川工事事務所：千曲川・犀川河川要覧(雨量資料編)，昭和51年3月。