

II-72 降雨確率の一方法について

建設技術研究所 正員 阿部 勝久

赤川 晏雄

木村 博

序. 我が国における降雨量の観測は、気象館において明治5年に開始されて以来、観測網の充実と共に現在に至っており、重要河川において数十十年の降雨観測記録が完備しているのに対して、中小河川においては十数年の降雨記録しかないものも多くある。

近年、経済の高度成長、都市の集中化に伴い、治水対策の重要性が要求されると共に、多くの河川において既往最大となる出水にみまわれ、計画洪水流量の検討が急がれている。従って、計画洪水流量の確率評価となる降雨確率を適切に評価する事は非常に重要な事である。

確率降雨量の算定方法は、これ迄、種々の方法が提案され使用されているが、統計年数の長いものを扱う場合は、比較的安定な確率値を得る事が出来るのに対して、統計年数の短いものを扱う場合は、非常に不安定な確率値を与えている。

本報告は、上記の趨勢の下に、統計資料の不足している河川の安定な確率降雨量を算定する事を目的として、実践的に検討したものである。

1) 従来の確率計算方法

一般に使用されている確率計算方法は、a)極値解析法(Hagen, Thomas, Gumbel 法等)、b)基準雨量以上の回数確率による方法等であり、いずれも統計資料の充実しているものでは、比較的安定な確率値を与え、問題がなく、計算の簡便さから多用されている。しかし、観測年数の少ない場合は、統計処理するに種々の問題があり、算定した確率値は不安定である。

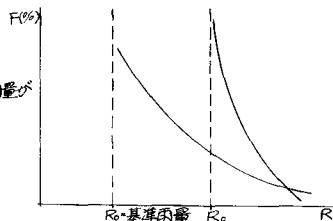
a) 極値解析法

自然現象が連続的に生起するのに対して年毎の期間に区分し、その期間の極値を使用して確率量を算定する方法である。この方法によると、確率計算に使用する極値より大きな値が他の期間に存在し、しかもこれがその期間の極値でない場合も相当ある。従って、極値は確率を完全に表示していない。又、極値の生起条件として、各々等確率であるとされているが、必ずしもこの様は仮定の下に生起しない。この傾向は、統計年数の少ない場合特に生ずる。従って、この方法によると非常に不安定な、即ち、誤差の多い確率雨量を推算する場合がある。

b) 基準雨量以上の回数確率による方法

極値解析に比べて自然現象の連続性を考慮し、基準雨量以上の降雨の生起確率によって確率雨量を算定する方法である。この方法によると、右図に示す様に基準雨量 R_0 変化
するが、基準雨量を小さく、統計年数を長く取る事によって安定した確率値に近づける事が可能である。しかし、

基準雨量による雨量の確率分布

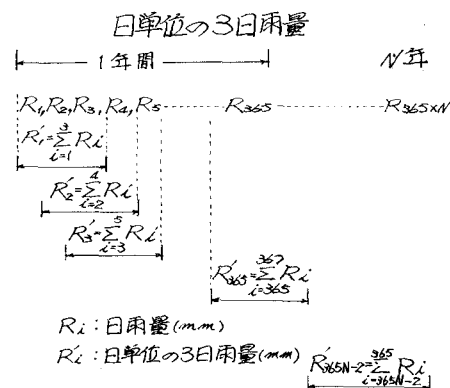


基準雨量以上の確率雨量は、その条件による確率雨量であり、降雨本来の確率雨量を表示は得ないはずである。

2) 本報告における確率計算法(回数確率計算法)

この方法は、1)の(8)基準雨量以上の回数確率による方法を拡張し、統計資料の取り扱いを合理的にした方法であり、この方法によると、1)に記した確率計算法に存在する理論的、不合理性が除去され、統計処理年数が短い場合でも、ある程度、安定した確率値を得る事が出来るものと考えらる。

計算に使用する降雨資料は、雨量の母集団分布を充ちて表示は得るN年間の無降本日を含む連続する全日雨量を標本抽出し、回数確率計算法によって確率処理し、確率雨量を算定する。降雨資料の統計処理は、日雨量確率計算の場合は、日雨量資料と順序統計的に確率処理を行う方がよいが、2日雨量、3日雨量の確率計算では、右図、及び、下記の方法による。即ち、標本抽出した日雨量資料を生起日の順にならべ、一日ずつずらして2日雨量、又は、3日雨量を算定する。これは、日当りの2日雨量、又は、3日雨量である。



この様な統計処理を行うと、統計処理年数をN年とする場合、日雨量は、 $365 \times N$ 個が存在する事となり、又、2日雨量、及び、3日雨量は、それぞれ $(365 \times N - 1)$ 個、及び、 $(365 \times N - 2)$ 個が存在する事となる。又、各日雨量は、2日雨量については2回、3日雨量については3回ずつ使用される事となり、標本の重みは同率である。

但し、統計処理を行う最初の1回目、2回目の雨量は、他日の雨量に比べて重みが落ちるが日単位の雨量として取り扱う場合、統計量が非常に多くなるため、これは問題とはならないと考える。

上記により算定した確率雨量は、日確率の日雨量、2日雨量、3日雨量等である事から、日雨量の場合365倍、2日雨量の場合 $(365 \times N - 1)/N$ 倍、3日雨量の場合 $(365 \times N - 2)/N$ 倍とする事により、年確率に変換する事が出来、従来使用されている確率計算に比べて、大に統計処理資料の増加が得られ、それにより安定した確率雨量を推算する事が出来る。

3) 確率計算方法の比較検討

鶴見川流域の都田雨量観測所と検証雨量観測所として上記した各確率計算方法について、確率3日雨量を算定し、各確率計算方法を比較検討した。

なお、都田雨量観測所の諸元は次頁表の通りである。

観測所名	所 属	既往最大3日雨量	最近10年の年平均雨量	観測期間
都 田	気象庁	442.0 ^{mm}	1550.0 ^{mm}	明治34年～現在

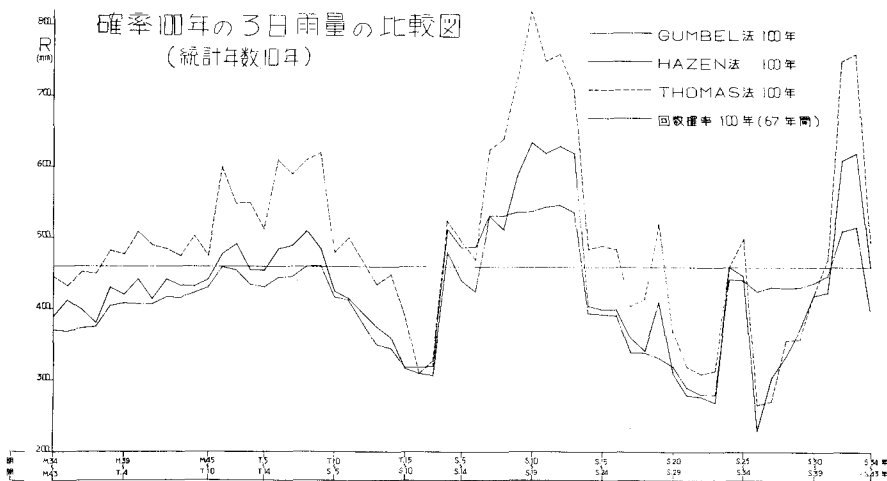
統計処理年数を67年間とした場合の極値解析法と、回数確率計算法と確率100年の3日雨量で比較すると下表の通りであり、各計算方法により60.0mm程の差を生じている。又、Thomas法は、その式の特徴から大きな値を与えており妥当な結果を得ている。回数確率計算法によると確率100年の3日雨量は460.0mmであり、Thomas法より若干小さく、他の計算方法に比べて大きな値を得ており、計画雨量として使用する場合、計画に、安全側にあるものと判断出来る。

67年間の観測資料による確率100年の3日雨量比較

計算方法	回数確率計算法	極 値 解 析 法			
		Hazen法	Thomas法	Gumbel法	対数正規確率法
確率100年	460.0 ^{mm}	430.0 ^{mm}	470.0 ^{mm}	420.0 ^{mm}	410.0 ^{mm}

本報告は、先に記した様に観測年数の少ないものについて、安定な確率値を算定する手法の検討である事から、観測年数が10年間の場合について、継続する各10年間でThomas法、Hazen法を用いて確率100年の3日雨量を算定し下図に示した。

右図による
と、継続する
各10年間で確
率100年の3
日雨量には相
当の変動があ
り、極値解析
による結果を
使用する事に
危険があると
考える。又、
右図の変動の



大きい下表の4区年間について、各確率計算法による確率100年の3日雨量を下表に示した。

10年間の観測資料による確率100年の3日雨量の比較

計算法	計算年数	昭和2年～11年	昭和10年～19年	昭和26年～35年	昭和33年～42年
回数確率計算(佐賀県)		466.2 ^{mm}	519.2 ^{mm}	415.4 ^{mm}	467.7 ^{mm}
極値解析法	Gumbel法	318.6	538.2	425.9	516.8
	Hazen法	310.0	635.0	230.0	620.0
	Thomas法	310.0	820.0	267.0	760.0

各確率計算法の比較は、継続する各10年間の全てについて計算し、分散等により比較するのが適切と考えられたが、回数確率計算法の計算量が庞大となるため、前頁表の絶対誤差により比較した。

各確率計算法による誤差は、右表の通りでは回数確率計算法による場合、他の計算法に比べ誤差は非常に小さくなり、従来の極値解析法に比べて安定した雨量を推算する事が可能である事が立証されに、即ち、観測年数の短い雨量観測所の確率雨量を推算するには、回数確率計算を用いる方が精度の高い確率雨量を推算する事が出来る。

なお、日当りの3日雨量を順序統計的に処理すると、右図に示す様に0.35乗根正規分布関数に比較的良く近似している。(下式参照)

$$f(R) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}\right)^2}$$

ここに、 $x_i: R^{0.35}$
 $\bar{x}: \sum x_i / N$

あとがき

これ迄、回数確率計算法と極値確率計算法と実践的に比較し、観測年数の短い雨量資料を確率処理する場合は、回数確率計算法による方が真値に近い結果を推算出来る事を結論としたが、本報告では、都田雨量観測所資料だけで検討しており、これだけで回数確率計算法の一般性について、是非を論ずる事は早計であると考えられる。

従って、今後、研究を重ね回数確率計算法の一般性を検証すると共に、回数確率計算は、その計算量の庞大さから実用的でない面もあり、計算を簡単にするため雨量の母集団分布からの標本抽出方法を検討し、実用的な確率計算方法を確立する必要があると考える。

最後に、本報告をまとめるに当り、資料を提供、並びに、助言を頂いた建設省関東地方建設局 京浜工事事務所、及び、建設技術研究所の諸先輩に感謝の意を表するものである。

確率100年の3日雨量の絶対誤差

計 画 法		3日雨量の絶対誤差
回数確率計算法(全資料)		104.0 mm
解 析 法	極 値	
	Gumbel法	219.6
	Hagen法	405.0
	Thomas法	553.0

