

近畿大学理工学部 中西 祐 啓  
 近畿大学理工学部 江 藤 剛 治

1. はじめに

これまで雨量資料に対して色々な確率分布をあてはめ、最大雨量の評価、またはある再現期間(確率年)に対応する雨量を推定するのに用いてきた。しかし我が国では、どの確率分布が雨量資料にあてはめるのに本当に適しているのか詳しく検討を行った例は少ない。

大雨の確率分布の適否を客観的に評価する手法(手順)を提案する。また、この手順にしたがって7種類の確率分布の年最大雨量に対する適合性を検討した。

2. 確率分布の客観的な評価手順

下記の手順を提案する。

- I. 統計年数(N)が同じで、できるだけ長い期間の年最大値資料を、多地点について収集する。この場合、各地点間の資料は独立でなければならない。
- II. ある地点の年最大値資料を training data と checking dataに分ける。
- III. training data でパラメータを推定する(最尤法を用いる)。
- IV. 推定したパラメータで checking data の最大値の再現期間を求める。
- V. 各地点についてII~IVを行う。既往最大値の再現期間の資料が地点数分だけ得られる。
- VI. これらと既往最大値の再現期間の標本分布の理論分布(式(1))との適合度を Kolmogorov-Smirnov 検定(K-S 検定)により調べる。

$$F(T) = (1 - 1/T)^N \dots\dots\dots (1)$$

T: 再現期間, N: 資料年数, F(T): N年間の資料の最大値の再現期間がTを越えない確率。

$\chi^2$  検定は、分割数、その閾値を自ら定めなければならない。このとき主観が入る可能性がある。したがって手順VIでは、K-S 検定を採用した。training data をすでに観測した年最大降雨資料、checking data をこれから起こる未知の年最大降雨資料とみなしている。

この手法は、次の3つの条件を満足する必要がある。

- ① 対象とする資料年数(N)が、各地点について一定である。
- ② 各地点間の資料は独立である。
- ③ トレンドのような長期変動成分がないこと。

以上の条件を満足するなら、この手法の特徴として次のものがあげられる。

- ① 治水計画上重要な最大値付近の分布の適合度が調べられる。
- ② K-S 検定によりある分布関数が棄却されたなら、training data の資料数から、checking data の資料数に等しい再現期間の水文量を推定することは不可能であることが客観的に証明される。
- ③ 式(1)は、もとの分布関数としてなにを使うか、母数にどういう値を用いたのか、等は全く無関係に先見的に決まっている再現期間の理論分布である。データにも依存しない。したがってこの理論式と実際に得られた既往最大雨量の再現期間との適合度を調べることにより、分布の優劣を客観的に評価することができる。

3. 資料の選択・整理

北海道の色々な時間単位の年最大雨量資料と、全国の年最大日雨量資料を収集した(表-1)。

- ①の条件を満たすには、収集した各時間単位の年最大資料の内一番観測期間の短い地点にそろえる。

一般に各地点間の相関係数と、距離との関係は指数関数(式(2))で表わされると考えられる。

$$r = \exp(-\lambda \cdot s) \quad (r: \text{相関係数}, s: \text{距離}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

各時間単位の年最大雨量資料について最小自乗法を用いて、地点間の距離と相関係数の関係に式(2)をあてはめた。相関係数が0.3になる距離を求め、それより離れた地点については相関を無視できるものとした。すなわち、その距離よりも近い距離にある地点の資料は使用しないことにした。

雨量資料のような水文資料には、非常に長い周期の変動成分等が含まれている可能性がある。ここでは、たとえそのような成分が含まれていたとしても training data と checking data とに同じように含まれるように、偶数年・奇数年に分けた。

結果を表-3に示す。このうち北海道の年最大3時間、6時間雨量資料については、相関を無視できるほど測定地点間の距離をとると、地点数がかかなり少なくなってしまい統計解析が困難になる。独立性の条件を満たしていないが、参考のために11地点で検定した結果を示す。10分雨量～数時間雨量までの結果を見ると、ほとんどが棄却されている。すなわち、どの分布関数を用いようとも、20年程度の資料から同程度の再現期間の雨量を予測することは不可能であることがわかる。日雨量の結果を見ると、3母数型の確率分布関数、2母数型の平方根指数型最大値分布は棄却されていない。これらの分布関数を用いれば、40年程度の雨量資料から同程度の再現期間の雨量を予測できる可能性が残っている。

以上の結果は、有意水準を20%とした場合である。1%にすれば、もう少し棄却されるものは減る。

今後の検討課題として次の項目を考えている。

- ① 母数を推定する方法として最尤法ではなく、他の推定法を使用する。
- ② たとえば、80年分の資料がある場合、20年の資料から推定される確率分布で、再現期間60年程度の雨量の予測は可能なのか。また、その逆はどうなのか。

表-1 用いた雨量資料

雨量資料の種類	資料年数	地点数
(北海道)		
年最大10分雨量	38	11
年最大30分雨量	32	11
年最大60分雨量	44	11
年最大1時間雨量	44	11
年最大2時間雨量	44	11
年最大3時間雨量	44	11*)
年最大6時間雨量	44	11*)
全国年最大日雨量	82	30

表-2 検討の対象とした確率分布関数

確率分布関数	母数の数	略称
平方根指数型最大値分布	2	ET
対数ピアソンⅢ型分布	3	LP3
3母数対数正規分布	3	3LN
ピアソンⅢ型分布	3	P3
対数正規分布	2	2LN
ガンベル分布	2	GBL
ガンマ分布	2	GAM

表-3 Kolmogorov-Smirnov 検定の結果

\*) 地点間距離が短すぎて独立性の条件を満たしていない。

分布関数	10分	30分	60分	1時間	2時間	3時間*)	6時間*)	日雨量
ET	×	×	×	×	×	×	—	—
LP3	×	×	×	×	×	×	×	—
3LN	×	—	×	×	×	×	×	—
P3	×	—	×	×	×	×	×	—
2LN	×	×	×	×	×	×	×	×
GBL	×	×	×	×	×	×	×	×
GAM	×	×	×	×	×	×	×	×

帰無仮説：式(1)の理論式と実際に得られた既往最大雨量の分布は適合している。

有意水準：20% (帰無仮説を棄却した場合の危険率)

注) ×は、偶数年の資料で母数を推定し、奇数年の最大値の再現期間を検定、またその逆の検定のどちらかで棄却された場合を示す。