

水文確率値をとる対象期間幅と確率分布の適合性に関する研究

Research on the conformity of the object period which is applied for hydrological probability calculation

北海学園大学 学生員 ○小林大樹(Daiki Kobayashi)
北海学園大学 正員 許士達広(Tatsuhiko Kyoshi)

1. はじめに

水文量の確率値は、通常年間の最大値について毎年確率をとることが多く、この理論体系はほぼ確立されている。しかし年間のある時点で水文事象が生ずる確率を考えるときの理論は無いといつてよい。例えば7月1日の貯水池の空き容量を決めるために、降雨確率値が何mmなのかを検討する場合を考えてみる。7月1日の1日間には過去の降雨実績がほとんど無く、たまたま生じた一つの降雨に大きな影響を受ける場合もある。また過去に7月2日や5日に降った規模の雨は7月1日にも起こりうるであろう。このために7月1日前後の一定期間の降雨を含めて確率をとることが考えられるが、それが前後1ヶ月か3ヶ月かといった、どの程度の幅をとるかが問題である。

これには気象学的見地からの検討も考えられるが、確率分布から見た統計的アプローチが必要である。統計分布の妥当性については一般的にリサンプリング法による確率値の変動特性やSLSCなどの適合度の指標が用いられている。本研究では降雨確率をとる期間の幅と、これらの指標における計算値の関係を調べることで、確率をとる最低限の期間幅を検討する。また幾つかの確率分布モデルを用いて比較することにより、確率分布モデルの評価と、確率をとる期間幅による影響を調べて考察する。

2. 検討手法

検討には道内の札幌(1900年～2002年)、士別(1953年～2002年)、恵庭島松(1952年から2002年)の3ヶ所の降雨データを用い、それぞれについて確率をとる期間毎に各年の最大3日間雨量を算定して、毎年確率計算を行った。

期間の幅の検討では、3ヶ所とも10日間(30日おきに6回)、20日間(20日おきに6回)、30日間(10日おきに6回)、40日間(連続して6回)、60日間(4～9月の各月初めから、それぞれ60日をとって6回)、90日間(4～9月の各月初めから90日で6回)、120日間(4～8月の各月初めから120日で5回)、150日間(4～7月の各月初めから150日で4回)、180日間(4～6月の各月初めから180日で3回)、240日間(4月1日から1回)といった範囲で各期間から算出されたリサンプリング法による変動特性や適合度の平均値を比較し、傾向を分析する。確率分布モデルについては、岩井法・ガンベル法を用いた。

確率分布モデルの比較は、6種類について期間幅を3ケース設定して確率計算を行い、確率分布モデル毎の変動特性および適合度の比較と、確率をとる期間幅による

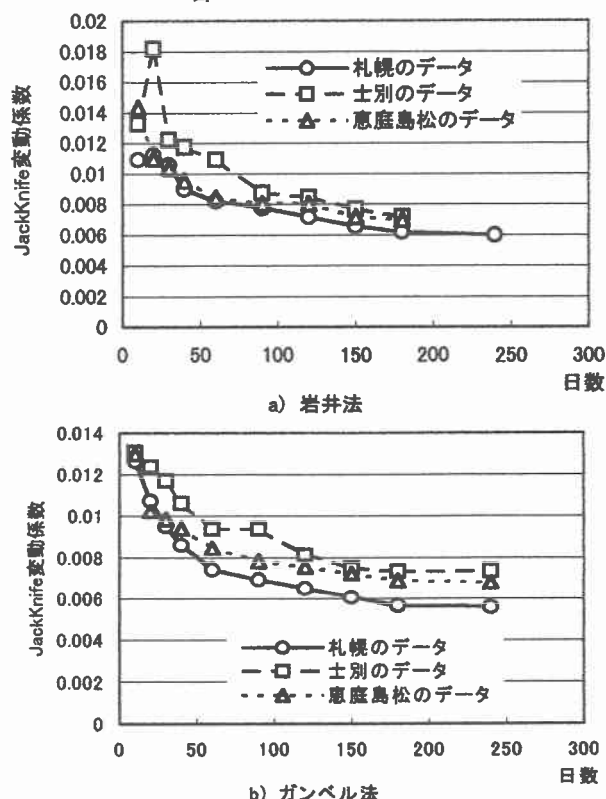
変化を見た。

3. 確率をとる期間幅とリサンプリング変動特性

リサンプリング法とは与えられたN個の数値が全てのデータであり、それらを最大限に活用して、母数や確率水文量の変動特性を調べるものである。リサンプリング法の原理は、原データから部分的にデータを抽出し、無作為に繰り返してデータセットを多数作り出し、各データセットに分布を当てはめ、母数ないし確率水文量を推定し、その平均値と分散を求めるものである。これらを基に、確率水文量の信頼区間も算定可能となる。

リサンプリングの代表例として Jackknife 法と Bootstrap 法があるが、今回のデータに関しては Jackknife 法で得られた Jackknife 推定値、Jackknife 推定誤差を判断材料としている。

Jackknife 法とは、まずN個のデータ x_i を用いて統計量の推定値 $\hat{\theta}$ を求める。次にi番目のデータを除いた(N-1)個のデータによる推定値を $\hat{\theta}_{(i)}$ とすれば $\hat{\theta}_{(i)}$ はN個得られる。 $\hat{\theta}_{(i)}$ の平均値 $\bar{\hat{\theta}}_{(i)}$ を求め、偏りを補正した推定値 $\bar{\theta}$ は $\bar{\theta} = N\hat{\theta} - (N-1)\bar{\hat{\theta}}_{(i)}$ で計算される。また、推定誤差分散 s^2 は $s^2 = (N-1) \sum_{i=1}^N [\hat{\theta}_{(i)} - \bar{\hat{\theta}}_{(i)}]^2 / N$ で求められる¹⁾。

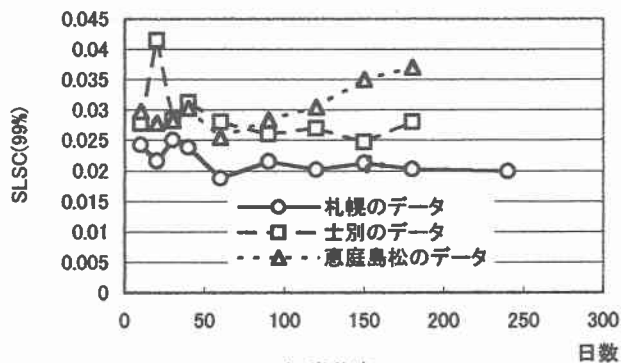


図一 確率をとる期間幅とリサンプリング変動特性

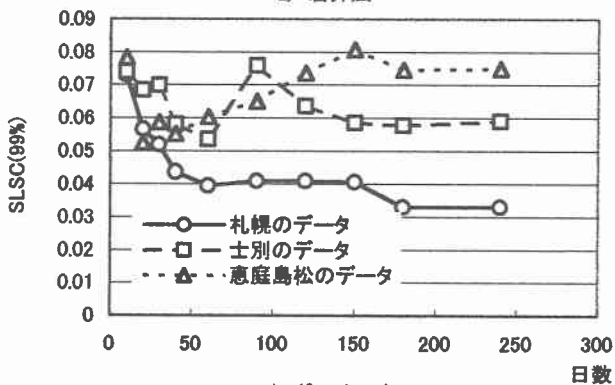
Jackknife 法による計算結果は図-1 の様になった。
 なお、y 軸の Jackknife 変動係数は、Jackknife 推定誤差分散の平方根を Jackknife 推定値で割ったものであり、誤差分散は確率値が大きくなるほど大きく出するため、無次元化してその影響を除いたものである。岩井法もガンベル法も共に、短期間においては大きい値を示しているが、長期間になっていくにつれて変動係数が収束していく。期間が 50 日以上大きくなると変化が小さくなり、180 日以上になると変化が非常に小さくなる。

4. 確率をとる期間幅と適合度

図-2 は 2 つの手法における SLSC の値をとったグラフである。SLSC(standard least-squares criterion:標準最小基準)は採用分布形の理論確率水文量と標本順序統計量との誤差度合を測る指標で、 $SLSC \approx 0.02$ であれば適合度は良好であり、 $SLSC > 0.03$ であれば他の分布形ないし母数推定法を考慮すべきとしている。



a) 岩井法



b) ガンベル法

図-2. 確率をとる期間幅と適合度

2 つのグラフを見ると、札幌のガンベル法では明らかに確率をとる期間幅が長くなると SLSC の低下が見られるが、札幌の岩井法では値が小さく、低下傾向が明瞭でなくなる。恵庭では 50 日前後で一度下がるがそれより期間幅が伸びると逆に大きくなっている。士別は期間幅の変化により特に傾向が見られない。今回のケースでは、SLSC の値はあまり期間幅に影響されていない。

5. 計算手法による、変動特性及び適合度

次に、計算に用いる確率分布による違いを見るために、対象期間を一定にし、極値分布(以降 Exp 分布)、ガンベル分布(以降 Gumbel 分布)、平方根指数型最大値分布(以降 SqrtEt 分布)、一般化極値分布(以降 Gev 分布)、対数ピアソンⅢ(以降 LogP3 分布)型、3 母数対数正規分布(以

降 LN3Q 分布)の 6 つの手法の結果を比べてみる。

Jackknife 変動係数は、確率を取る期間幅が 90 日では 6 手法とも大差はないが、Gev, LogP3, LN3Q の 3 手法が他の 3 手法よりやや大きい。同じく 30 日で見ると、場所によりこれらの値が大幅に増加している。一方 90 日間の SLSC については手法によりかなり差が見られ、Gev, LogP3, LN3Q の 3 手法のほうが逆に小さくなっている。

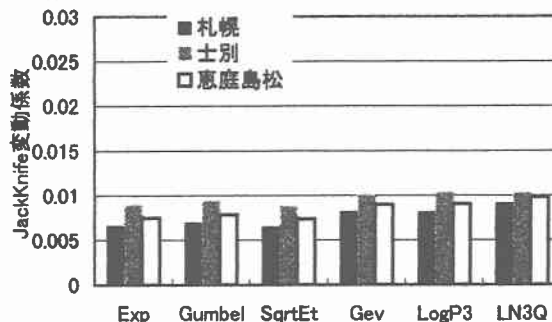


図-3. 確率手法とリサンプリング変動特性(90 日間)

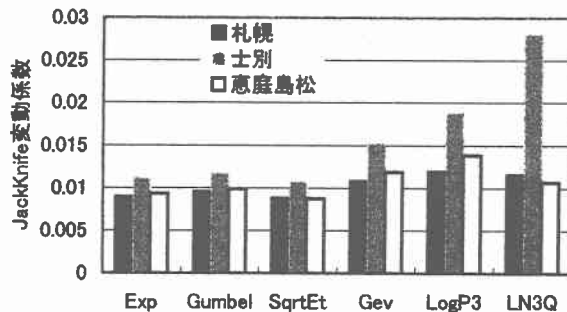


図-4. 対象期間 30 日間の場合

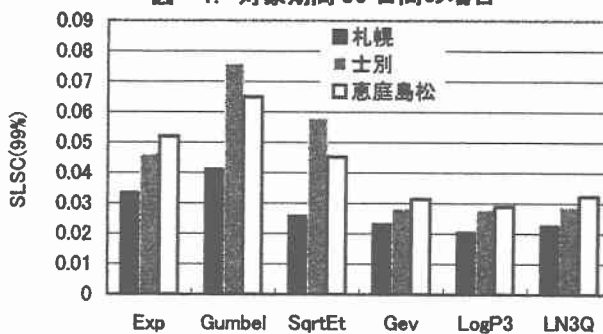


図-5. 確率手法と適合度(90 日間)

6. まとめ

降雨確率をとる期間幅による、確率分布の適合性を見るために、Jackknife 法の変動係数と SLSC を用いて比較した。Jackknife 法の変動係数について期間幅が 50 日前後より大きくなると変化が小さくなるが、SLSC は期間幅との関連が明確でない。また、確率手法による適合性は Jackknife 法と SLSC により異なった傾向を示した。

参考文献

- 1) 星 清：開発土木研究所月報，北海道開発土木研究所，No.540，pp.31～53，1998.7.
- 2) 宝 馨・高埴琢馬：水文頻度解析における確率分布モデルの評価基準，土木学会論文集，第 393 号，Ⅱ-9，pp151～160，1988.5.