

豪雨の発生要因を考慮した複合ポアソンモデルに基づく豪雨頻度解析 Frequency Analysis of Heavy Rain Events Based on the Compound Poisson Model Considering Their Causes

○津野加奈子・近森秀高・工藤亮治

TSUNO Kanako, CHIKAMORI Hidetaka, KUDO Ryoji

1. はじめに 近年、世界各地で洪水や干ばつなどによる大規模な水害が多発しており、日本でも甚大な被害を伴う集中豪雨が各地で発生している。豪雨による被害を防ぐための農地排水計画や洪水防御計画を策定するためには、豪雨頻度解析を正確に行う必要がある。確率雨量を推定する従来法には年最大値法があるが、データ数が対象期間の年数分しか得られないことや、少雨年の最大値が多雨年の 2 位以下の値を下回る可能性があるなどの問題点がある。そこで本研究では、豪雨の発生要因を考慮した複合ポアソンモデルの適用による確率雨量の推定値を年最大値法による推定値と比較し、このモデルの有用性を検討した。

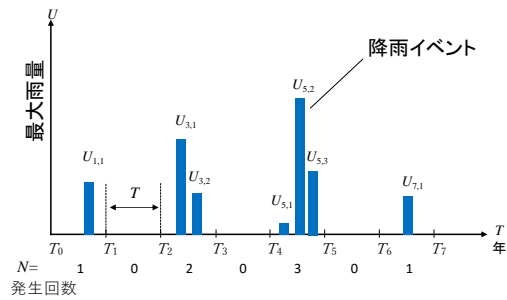


図-1 複合ポアソン過程の概略図
Schema of the Compound Poisson Process

2. 解析対象資料 1950~2017 年の 68 年間に屋久島、大分、魚梁瀬、広島、岡山、尾鷲の 6 地点で観測された時間雨量を用いた。これを元に、最小無降雨期間長を 24 時間、最小降雨期間長を 1 時間として「豪雨イベント」を抽出し、各豪雨イベントの降雨継続時間 1, 2, 3, 6, 12, 24, 48, 72 時間の最大雨量がそれぞれの最小年最大雨量を超える豪雨を解析の対象とした。後述の降雨の発生要因は、気象庁による地上天気図から判定した。

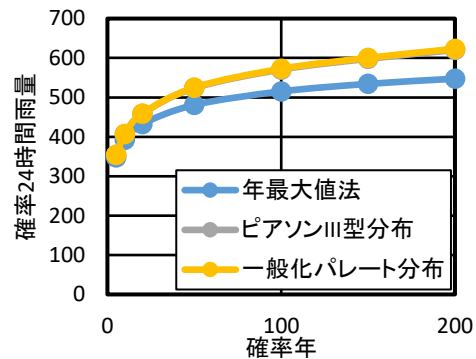


図-2 推定手法による確率 24 時間雨量の相違 (屋久島)

3. 複合ポアソンモデルを用いた豪雨頻度解析 複合ポアソン過程は、豪雨イベントの発生はポアソン分布、各豪雨イベントの雨量は別の独立した確率分布に従う過程である。複合ポアソン過程の概念図を図-1 に示す。抽出した全ての豪雨イベントを対象に、年間の豪雨イベントの発生回数にポアソン分布、各豪雨イベントの雨量にピアソン III 型分布または一般化パレート分布を用いて複合ポアソンモデルを適用し、確率雨量を推定した。その結果、年最大値法による確率雨量の推定値に概ね良く適合したが、図-2 に示すように適合度が低い場合もあった。

Figure 2: Difference in Estimated Probable 24-hr Rainfall Depth Due to Estimation Method (Yakushima)

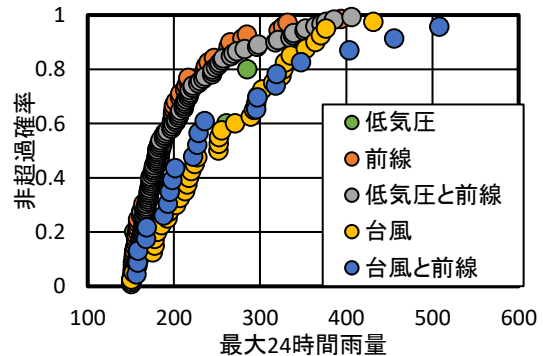
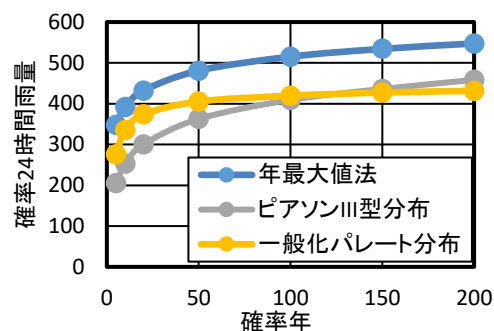


図-3 降雨発生要因別に見た 24 時間雨量と非超過確率の関係 (屋久島)
Relationship Between 24-hr Rainfall Depth and Non-Exceedance Probability Considering the Occurrence Factor of Rainfall (Yakushima)

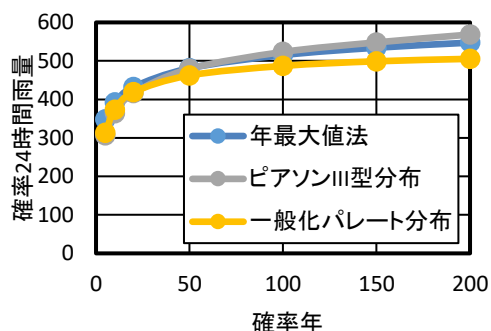
4. 降雨の発生要因と確率雨量 各豪雨の発生要因として台風、前線、低気圧の3つの気象擾乱を考慮し、地上天気図上に複数の気象擾乱が見られる場合には、いずれも豪雨に影響をもたらしたとして豪雨イベントの発生要因を判別した。図-3に例示した各豪雨イベントの雨量と非超過確率との関係図から、各豪雨イベントに影響したと考えられる降雨発生要因に影響が強いと考えられるものから順位付けした。上位1個、2個および3個の降雨発生要因を対象として複合ポアソンモデルを適用し確率24時間雨量を推定した結果を、それぞれ図-4(a)、図-4(b)および図-4(c)に例示する。複合ポアソンモデルについては、最大雨量の分布にピアソンIII型分布および一般化パレート分布を適用した場合を併示している。年最大値法による確率雨量の推定値と比較した結果、上位1個または2個の降雨発生要因を選定した場合は適合度が低く、上位3個の降雨発生要因を選定した場合には適合度が高い傾向が見られた。

5. 模擬発生データを用いた豪雨頻度解析手法の比較 複合ポアソンモデルを用いて模擬発生させた降雨時系列に年最大値法を適用して確率雨量を推定し、元の複合ポアソンモデルによる理論的推定値を真値と見なして両手法の特性を比較検討した。両手法に基づく確率雨量を比較した結果を図-5に例示する。複合ポアソンモデルの適応では、雨量分布にピアソンIII型分布を適応した。複合ポアソンモデルによる模擬発生雨量系列に年最大値法を適用して確率雨量を推定した結果、その推定値は、複合ポアソンモデルによる理論値を上回る傾向が見られた。

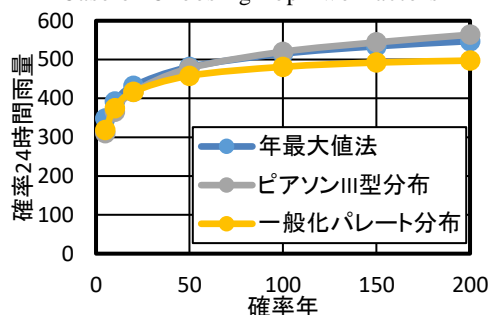
6. おわりに 豪雨の発生要因を考慮して複合ポアソンモデルを適用することにより、年最大値法による確率雨量の推定値に近い結果が得られた。また、年最大値法による結果と複合ポアソンモデル適用による結果が必ずしも一致しないことから、豪雨頻度解析を行う場合は、様々な手法を適用し、多角的に統計評価を行う必要があると考えられる。



(a) 上位1個を選定した場合
Case of Choosing Top Occurrence Factor



(b) 上位2個を選定した場合
Case of Choosing Top Two Factors



(c) 上位3個を選定した場合
Case of Choosing Top Three Factors

図-4 降雨の発生要因を考慮した確率24時間雨量の比較(屋久島)

Comparison of Probable 24-hr Rainfall Considering the Occurrence Factor of Rainfall (Yakushima)

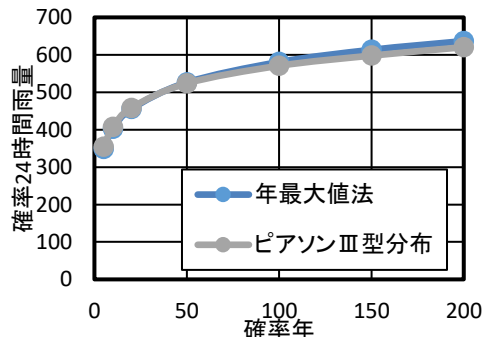


図-5 模擬発生データを用いた確率24時間雨量の比較(屋久島)

Comparison of Probable 24-hr Rainfall Using the Randomly Generated Data (Yakushima)