

複合ポアソンモデルを用いた日雨量特性の将来変化予測

Prediction of Future Change in Daily Rainfall Characteristics Using Compound Poisson Model

○佐伯篤*・近森秀高*・永井明博*

SAEKI Atsushi・CHIKAMORI Hidetaka・NAGAI Akihiro

1. 研究目的 気候の将来予測には、通常、気候モデルによる予測結果が利用されることが多い。しかし気候モデルによる予測結果は、年単位、月単位のものは公開されているが、治水計画や農地排水計画を策定する上で必要な、日単位や時間単位の予測データの入手は容易ではない。本研究では点過程モデルの1つである複合ポアソンモデルの日雨量時系列への適応性を統計的に検討するとともに、このモデルを用いて気候モデルによって予測された将来の月雨量を統計的にダウンスケーリングし、日雨量時系列を模擬発生させ、将来の降雨特性を予測した。

2. 解析資料 岡山、敦賀、札幌、鹿児島 の4地点において、1901年～2008年の108年間に観測された日雨量データを用いた。また、将来の日雨量予測には、気象庁および気象研究所によって開発された地域気候モデルMRI-RCM20(以下、RCM-20)により、温室効果ガス排出シナリオをA2として予測された2081年～2100年の月雨量データを用いた。

3. 日雨量時系列のモデリング 複合ポアソンモデルは、降雨現象を降雨バーストと呼ばれる離散的な事象の集合として扱う点過程モデルである。本研究では単位時間あたりの降雨バーストの発生回数をポアソン乱数、降雨バーストの強度 X を指数乱数により与え、複合ポアソン過程に従う日雨量 Y の時系列を模擬発生させた。ポアソン乱数および指数乱数の平均 λ , $E[X]$ は次式により算出できる。

$$\lambda = \frac{2E[Y]^2}{Var[Y]} \dots(1) \quad , \quad E[X] = \frac{E[Y]}{\lambda} \dots(2)$$

ここに、 $E[Y]$, $Var[Y]$; 観測日雨量の平均, 分散。

4. 複合ポアソンモデルの日雨量時系列への適合性 各地点における観測日雨量データに対し、月別に複合ポアソンモデルを適応し、1000年分の日雨量時系列を模擬発生させた結果を、観測日雨量と統計的に比較した。その結果、模擬発生させた日雨量の平均や分散は観測値とほぼ一致しており(図1)、また、岡山では日雨量の分布(図2)や年最大日雨量の分布についても高い再現性が得られた。しかし、その他の地点では、特に大きな日雨量の分布を十分に再現できなかった(図3)。

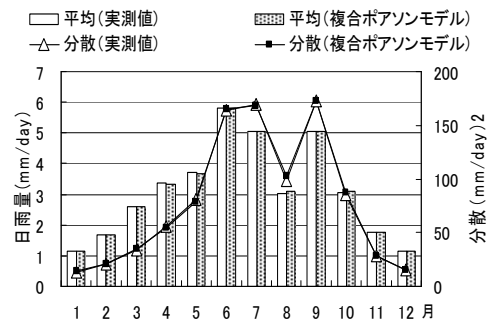


図1.日雨量の平均と分散の再現性(岡山)

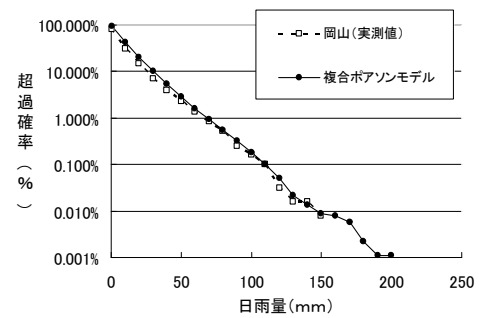


図2.日雨量の超過確率(岡山)

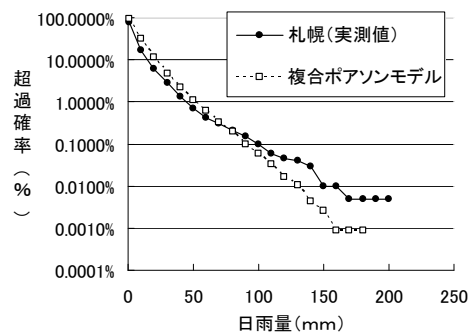


図3.日雨量の超過確率(札幌)

*岡山大学大学院環境学研究科 Graduate School of Environmental Science, Okayama University

キーワード: 統計的ダウンスケーリング, 複合ポアソンモデル, 降雨時系列, 模擬発生

5. 複合ポアソンモデルの改良 大きい日雨量の分布の再現性を改善するために、降雨バーストの強度 X をガンマ乱数によって与えることにし、ガンマ分布の形状母数 α を大きい日雨量の分布が適合するように試行錯誤的に決定した。尺度母数 β は(2)式から得られる $E[X]$ を用い、 $\beta = E[X]/\alpha$ の関係から求めた。その結果、大きい日雨量の分布 (図4) と年最大日雨量の分布 (図5) の再現性が改善された。

6. 将来の日雨量時系列の模擬発生 改良した複合ポアソンモデルを用い、RCM-20による月雨量予測に基づいて、将来の日雨量時系列を模擬発生させた。なお、月雨量の予測結果は、RCM-20による現在の月雨量の再現結果と観測値との差を用いてバイアス補正した。モデル適応の際必要となる日雨量の分散は、これまでの観測データから求めた月雨量-日雨量の分散の線形回帰式を用いて将来の月雨量予測値から推定した。

7. 解析結果 (1)降水量の変動 現在と将来の岡山における月雨量の平均および日雨量の分散を図6に示す。岡山では7月~9月の月雨量が40~60mm程度増加し、12月~3月には20~30mm程度減少した。同様に他の地点でも降水量は夏期に増加し、冬期に減少する傾向が見られた。
(2)日雨量の分布 全地点で大きい日雨量の超過確率が高くなった。このことは豪雨の発生頻度が上昇していることを示している。岡山では100~150mm前後の日雨量の発生確率が特に高くなっている(図7)。また、岡山では100mmを越す日雨量の割合が、現在の1.47倍になった(表1)。同様の傾向は、他の3地点でも見られた。
(3)確率日雨量 年最大日雨量にGumbel分布を適合し、確率日雨量を求めた。その結果、100年確率日雨量は将来、現在と比べ岡山中で1.12倍、札幌で1.16倍となるなど全地点で増加した(図8)。

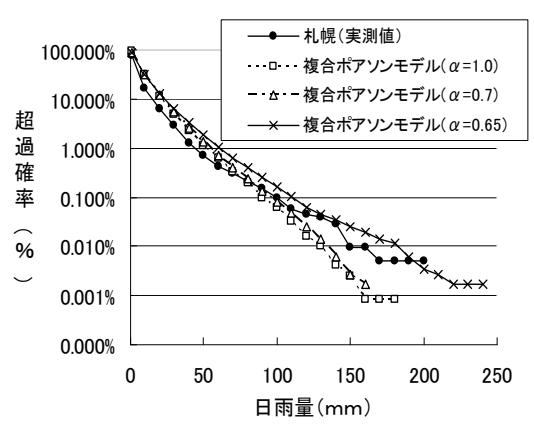


図4. α を変化させたときの日雨量の超過確率 (札幌)

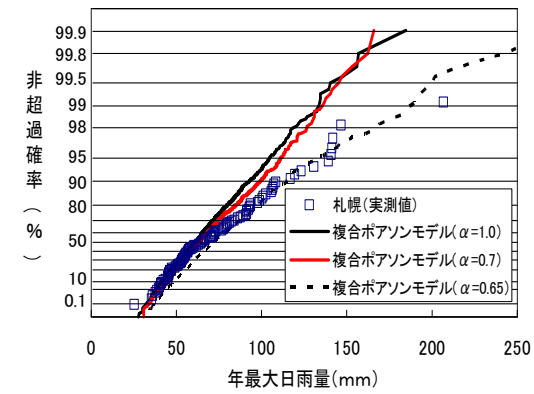


図5. α を変化させたときの年最大日雨量の分布 (札幌)

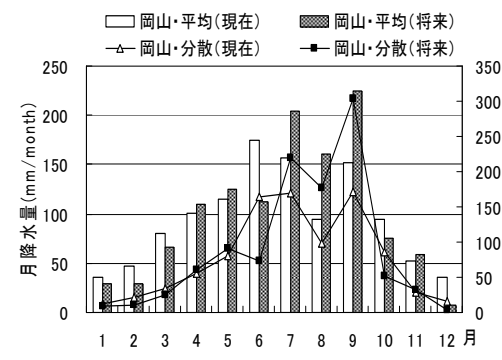


図6. 月雨量の平均と日雨量の分散の変化 (岡山)

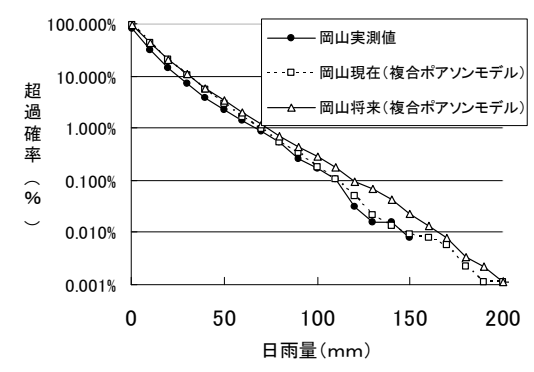


図7. 日雨量の超過確率の変化 (岡山)

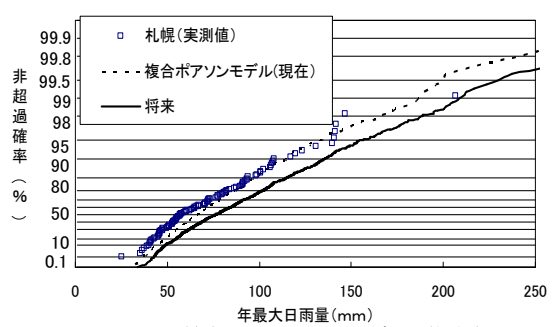


図8. 年最大日雨量の分布の変化 (札幌)

表1. 日雨量が50mm, 100mmを越す大雨の発生頻度(岡山)

日降水量	実測値	複合ポアソンモデル	
		現在	将来
50mm以上の割合	2.76%(1倍)	3.05%(1.11倍)	3.51%(1.27倍)
100mm以上の割合	0.20%(1倍)	0.19%(0.95倍)	0.294%(1.47倍)