

# 豪雨の規模を表す指標について

## An Indicator for Representing Magnitude of Heavy Rainfall

○足立真吾\*, 松田誠祐\*\*

Shingo ADACHI\*, Seisuke MATSUDA\*\*

### 1. はじめに

2004年、10個の台風上陸により日本各地で豪雨災害が発生した。また、1998年9月の高知豪雨、1999年6月の広島・福岡豪雨、2000年9月の東海豪雨、2003年8月の北海道豪雨、2004年7月の新潟・福島豪雨、福井豪雨など、全国的に豪雨災害が頻発している。このような集中豪雨の頻発は温暖化によるものと思われるが、集中豪雨の規模を定量的に表す適当な指標がみつからない。

そこで本研究では、「豪雨規模の指標」として24時間降水量と1時間降水量の結合無次元再現期間に対応する正規値と10日降水量の積（松田・足立、投稿中）を用いて最近の各地で発生している豪雨の規模を比較する。

### 2. 豪雨規模の指標 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ の計算方法（松田ら、2004）

確率単位時間降水量推定式として式（1）を用いる。

$$\log(\xi R_1) = (m+1)\log(R_T) + n \quad (1)$$

ここに、 $R_1$ は単位時間 $\Delta t$ の降水量、 $R_T$ は代表時間 $T$ の降水量。 $(m+1)$ と $n$ は正規値 $\xi$ の関数であり、予め与えられている。

式（1）は正規値 $\xi$ および $R_T$ の関数となっているので、それらを指定することによって任意の $R_1$ を模擬発生させることが可能である。著者らは、10日降水量（以下、 $R_{10d}$ ）を仮定し、 $(0\sim1)$ 乱数を用いて24時間降水量（以下、 $R_{24h}$ ）と1時間降水量（以下、 $R_{1h}$ ）を模擬発生させ、 $R_{24h}$ と $R_{1h}$ の結合超過確率を推定した。また両者の結合無次元再現期間は式（2）で与えられる。

$$\frac{1}{W(R_{24h} \cap R_{1h})} = T(R_{24h} \cap R_{1h}) = T(R_{24h})I(R_{1h})^\beta \quad (2)$$

ここに、 $W(R_{24h} \cap R_{1h})$ は $R_{24h}$ と $R_{1h}$ の結合超過確率、 $T(R_{24h} \cap R_{1h})$ は $W(R_{24h} \cap R_{1h})$ に対応する結合無次元再現期間、 $T(R_{1h})$ は $R_{1h}$ の無次元再現期間、 $T(R_{24h})$ は $R_{24h}$ の無次元再現期間。 $\beta$ は数値実験的に定められる係数。その後著者らは数多くの数値実験を行い、その都度数値実験を行わなくても結合無次元再現期間が計算できるように $\beta$ の実用推定式を作成した（松田・足立、投稿中）。

上記の結果を用いて、 $T(R_{24h} \cap R_{1h})$ に対応する正規値 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h})$ を求め、 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ を豪雨規模の指標として計算できる。

### 3. 基準降水量が $t$ 時間継続する場合の豪雨規模

さて、一定の1時間降水量（以下、基準 $R_{1h}$ ）が $t$ 時間倍する場合の $(t \times \text{基準 } R_{1h})$ を代表時間降水量 $R_T$ とみなし、 $(t \times \text{基準 } R_{1h})$ と基準 $R_{1h}$ の結合無次元再現期間を求め、それに対応する正規値 $\xi(t \times \text{基準 } R_{1h} \cap \text{基準 } R_{1h})$ を考える。次に、それぞれの豪雨において観測された $\xi(R_{24h} \cap R_{1h})$ を求め、等価率を式（3）のように定義し、等価率=1となる場合の継続時間 $t$ を求める。

$$\text{等価率} = \frac{\xi(t \times \text{基準 } R_{1h} \cap \text{基準 } R_{1h}) \times (t \times \text{基準 } R_{1h})}{\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}} \quad (3)$$

図1は、最近の豪雨で観測された降水量を用いて、基準 $R_{1h}=10\sim100\text{mm}$ に対して、 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ の値に対応する継続時間 $t$ の推定値を示している。時間を1時間単位で推定したので階段状になっているがほぼ一価関数的に分布している。また、 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$ は、 $R_{1h}$ 、 $R_{24h}$

\*愛媛大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University

\*\*高知大学農学部 Faculty of Agriculture, Kochi University キーワード：豪雨、正規値、再現期間、超過確率

および  $R_{10d}$  を考慮していることから、豪雨規模を表す指標として適しており、各地の豪雨の規模を比較できると考える。

#### 4. 雨水排除ポンプの稼動時間に対応する継続時間 $t$

前節で用いた基準  $R_{1h}$  は、雨水排除計画におけるポンプに対する計画降水量のように考えることができ、 $t$  はポンプの稼動時間のイメージである。図 2 は、高知市の最近における豪雨時の雨水排除ポンプの稼動時間（ポンプ稼動率 1.0 の換算稼動時間）と継続時間  $t$  の推定値を比較している。高知市の現行の計画  $R_{1h}=77\text{mm}$ （市街地は  $66\sim 70\text{mm}$ ）に対して、 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$  が小さいときポンプの稼動時間がやや長く観測されている場合があるが、ほぼ推定曲線の近傍に分布している。この方法は、実際に稼動したポンプの稼動時間を実用推定式から計算した継続時間と比較している点で、 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h})$  の推定法に対する有力な検証法であると考えられる。

#### 5. 最近の各地で発生している豪雨規模の比較

3 節で述べた基準降水量から見た継続時間  $t$  と  $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$  の関係を用いて、最近の各地で発生している豪雨の規模を比較する。図 3 は、基準  $R_{1h}=80\text{mm}$ （仮定）の場合において、1998 年福島・栃木豪雨、高知豪雨、1999 年広島・福岡豪雨、2000 年東海豪雨、2003 年九州豪雨、北海道豪雨、2004 年新潟・福島豪雨、福井豪雨および 2004 年台風で観測された降水量（それぞれ、 $\xi(R_{24h} \cap R_{1h}) \times R_{10d}$  が大きい方から順に上位 5 位）を比較した図である。特に、2004 年台風（台風 10 号での徳島県南西部、台風 15 号での四国中央部、台風 21 号での三重県南部など）は、未曾有の豪雨と言われた高知豪雨や東海豪雨に比べても、局所的に非常に規模の大きい豪雨があったと考えられる。

#### 引用文献

松田誠祐, Md.Abdur RAZZAK, 足立真吾：降水の時間集中度の確率分布モデルとその 1998 年高知豪雨・2000 年東海豪雨への適用, 自然災害科学, Vol.23, No.3, pp.405-417, 2004

松田誠祐, 足立真吾：降水の時間集中度の確率分布モデルとその検証(自然災害科学投稿中, 2005)

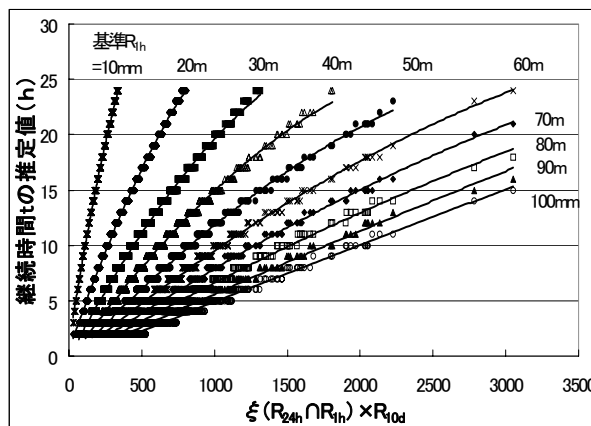


図 1 基準  $R_{1h}$  に対する継続時間  $t$  の推定分布  
Estimated distribution of the duration  $t$  for designed  $R_{1h}$

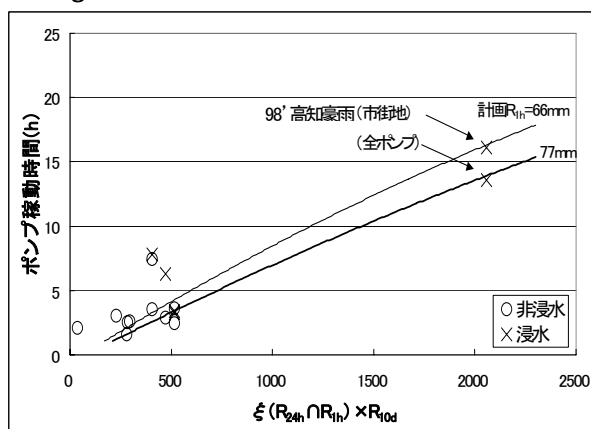


図 2 高知市における雨水排除ポンプの稼動時間と継続時間  $t$  の比較  
Comparison of real pump operation time for drainage in Kochi city and estimated value of the duration  $t$

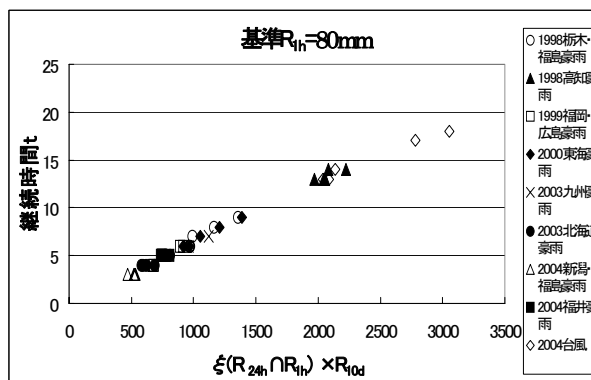


図 3 基準  $R_{1h}$  から見た最近の各地で発生している豪雨規模の比較  
Comparison of the indicator for magnitude of heavy rainfall occurring recently in each place based on designed  $R_{1h}$