

京都大学防災研究所 正員 友杉 邦雄
京都大学大学院 学生員 高橋 正敏

1. まえがき われわれは、ダムの治水操作における予測雨量の効果的利用等の応用上の目的から、降雨の時間分布を特定の期間内の雨量の時間配分問題として捉え、各種の雨量配分率の確率分布という形でその統計的構造を把握・表現しようとする立場をとり、既にくいつかの成果を発表してきたが、ここでは、1時間単位の12時間降雨記録について、特にその最盛期連続最大雨量を形成する期間に注目して解析・検討した結果を報告する。

2. 降雨資料の概要 解析対象資料は淀川ダム統管で整理・製本された、京 表-1 各地点の資料数等

都、上野、黒津、名張、黒田および大河原の6地点の時間雨量記録より、各年の6～10月の12時間降雨を次のように抽出したものである。即ち、降雨継続時間が12～23時間のものからは12時間雨量 R_{12} が最大となる期間のものを、24時間以上のものからはなるべく多く得られるように抽出した。ただし、降雨継続の判定は、2時間以上連続するゼロ降雨の前後は別の雨とみなし、また12時間中にゼロ降雨が2回以上現れるものは除外するという規準によった。このようにして抽出した各地点の12時間降雨の全数は表-1の通りである。なお、雨量規模別の検討をするため、大、中、小の3つのクラスに別けた場合の内分けの数も同表に示してある。ここに、規模大は、 $R_{12} > 40^{\text{mm}}$ 、中は、 $40 \geq R_{12} > 20^{\text{mm}}$ 、小は、 $R_{12} \leq 20^{\text{mm}}$ のものである。

3. 等分最大配分率の分布特性と検討 ここでは、上記の1時間単位の12時間降雨(R_{12} と表記)における t ($=2, 3, \dots, 11$)時間最大降雨(R_{mt} と表記し雨量を R_{mt} とする)について、その中の1時間最大雨量が R_{mt} に対して占める比率 $x_t(1, t)$ (これは $n=t/1$ 等分最大配分率に相当の平均値および分布形を地点別、雨量規模別に求め、 n 等分された期間への配分過程が純ランダムな場合の理論値と比較することによって、降雨最盛期の雨量配分特性を検討する。図-1は各地点ごとに雨量規模別の $\bar{x}_t(1, t)$ を $t=12^{\text{hr}}$ の場合も含めて求めた例で、(a)は京都、(b)は上野のものである。実線、点線、破線はそれぞれ規模大、中、小のもので、丸印を実線で結んだものが上記の理論値 $E_n(x_t) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{1}{j} \dots (1)$ である。実測値と理論値を比較すると、他の地点の場合も含め、全般に t が小さいほど差が大きく、かつ理論値の方が大きくなっており、 $t=12^{\text{hr}}$ 付近で両者はほぼ一致している。このことは、 t が小さい場合、即ち降雨のピーク付近あるいは最盛期に注目すると、その1時間ごとの雨量配分過程は明らかに純ランダムではなく、同程度の雨量強度が続く、いわば持続性があることを示しており、また、 $t=12^{\text{hr}}$ 付近、即ち12時間降雨全体からみると、純ランダムに近いかにみえることを示している。なお、雨量規模別の差異の程度と傾向は地点ごとと異なり、一概にはいえないが、少なくとも規模小のものは大、中のものに比して $\bar{x}_t(1, t)$ が

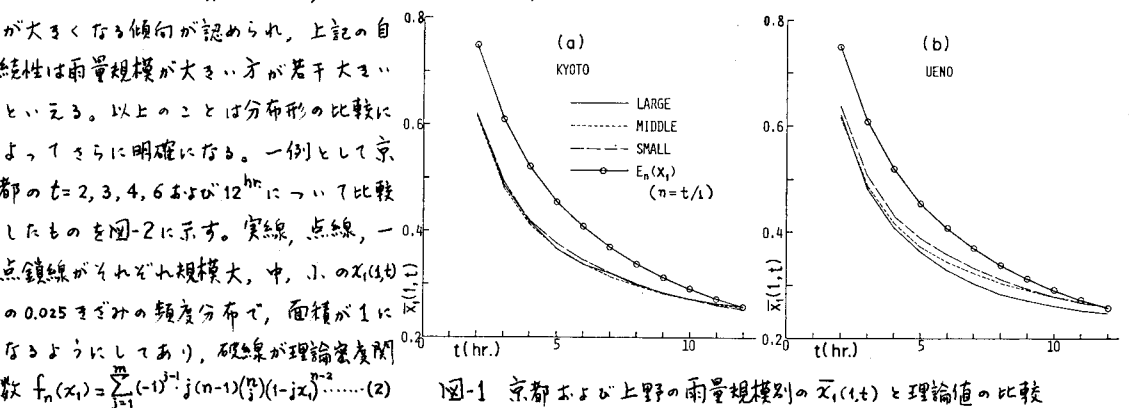


図-1 京都および上野の雨量規模別の $\bar{x}_t(1, t)$ と理論値の比較

(m は $1/x_1$ 以下の最大の整数)である。平均値でみた場合、雨量規模別の差が明確でなかった(図-1(a)) ものでも、規模が大きいものほど $x_1(1,t)$ がわずかながら小さい側に偏る傾向が認められよう。

ところで、先に12時間降雨全体からみると、配分過程が純ランダムに近いかにみえたと表現したが、これは後述の連続最大配分率の検討から $R\{1, 12\}$ の配分過程は明らかに純ランダムでないことが判っているからで、ここに示したように、降雨最盛期の配分過程が明らかに純ランダムでないからではない。というのは、 $R\{1, 12\}$ が仮りに純ランダムな配分過程であるとして、それから得られる R_m

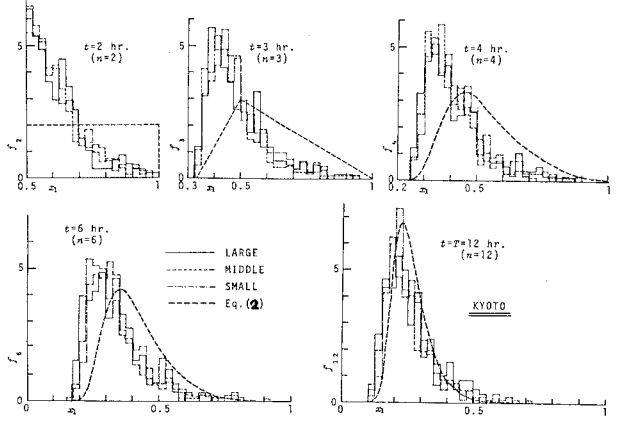


図-2 京都の雨量規模別の $x_1(1,t)$ の分布と理論分布の比較

$\{1,t,12\}$ の $x_1(1,t)$ の理論分布を考えるなら、これは、ここで比較の対象とした最初から $n=t/1$ の期間への純ランダムな配分の場合の(2)式の分布とは明らかに異なり、前者の理論分布は $n=6$ までの一部のものしか得ていないが、一般に後者の分布より小さい側へ偏ることは明らかで、したがって、ここでいう持続性は $R\{1,12\}$ の配分過程が純ランダムであっても $R_m\{1,t,12\}$ においては、ある程度現われるものであるからである。その程度は $n=12$ の場合の上記の理論分布を得なければ明確にはならないが、外挿による推定によると比較的少なく、実測値にはとても及ばないようであり、やはり最盛期の持続性は $R\{1,12\}$ が純ランダムな場合と比して相当強いようである。

4. 連続最大配分率の分布特性と検討

ここでは、時系列的な要素をもつ、応用上もより有用な連続最大配分率^{3),4)}について、 $R\{1,12\}$ およびその最盛期を代表する $R_m\{1,6,12\}$ を対象として、先と同様に検討を行う。本場合の主な結果を述べる。図-3は $t=6$ および 12 hr の京都の雨量規模別の l 時間連続最大配分率の平均値 $\bar{y}_k(1,t)$ と l hr の関係である。実線、点線、一点鎖線がそれぞれ規模大、中、小のものを表わし、黒丸印は純ランダムとした場合の理論値 $E_n(y_k) (n=t/1)$ で、 $l/t < 1/2$ のところは内挿による推定値、また掛印は(1)式で $n=n=t/2$ とした $E_n(x_1)$ で n が整数でないものは内挿による推定値である。まず、雨量規模別の $\bar{y}_k(1,t)$ の差異については、 $x_1(1,t)$ と同様地点ごとに大小関係とその程度は様々であるが、 $t=12$ hr の場合、概して規模が大きいものほど $\bar{y}_k(1,t)$ が大きくなる傾向がある。また、 $t=6$ hr の場合は、そうした傾向は認められないうちに、その差はほとんど無視できるものであった。さて、 $t=12$ hr の場合の実測値 $\bar{y}_k(1,12)$ は理論値 $E_n(y_k)$ より、 $l=1$ hr の場合を除いて、かなり小さくなっている。これは $R\{1,12\}$ の配分過程が時系列的にみて明らかに純ランダムでないことを示している。なお、本来比較すべきものではないが、 $\bar{y}_k(1,12)$ と $E_n(x_1)$ とが全般に非常に近い値を示していることは興味深い。一方、 $t=6$ hr の場合は、逆に $\bar{y}_k(1,6)$ の方が $E_n(y_k)$ より小さめとなり、かつ両者は $l=1$ hr 以外のところでは全般に近い値を示している。以上のことは、ピーク前後の6時間に配分される雨量は、純ランダムな場合に比してかなり集中する傾向にあるが、その6時間内の雨量配分は逆に短時間集中度が低く、持続性があることを示しており、また6時間内の3~4時間への集中度は純ランダムな場合と比してそれほど劣らないということと考えられる。ここでは、 $t=6$ hr の場合を検討したが、その前後の時間でも同様の結果になり、また他の地点、雨量規模別についても程度の差こそあれ、定性的に同様の結果となり、上記のことは雨量の時間配分過程の普遍的な特性のようである。

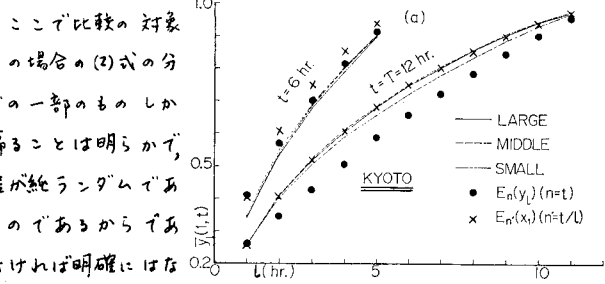


図-3 雨量規模別の $y_k(1,t)$ と理論値の比較

〔文献〕1)石原友杉:降雨の時間配分に内挿確率論の終,京大防災研年報,14号B,昭46, 2)石原友杉:雨量の時間配分に内挿統計的検討,第26回年報,昭46, 3)石原友杉:連続最大降雨に内挿確率論の終,第27回年報,昭47, 4)石原友杉:ダム治水操作に関する研究一降雨量が予測された場合一,京大防災研年報,17号B,昭49.