

名古屋大学工学部 正員○松林 宇一郎
名古屋市下水道局 正員 今井 鎮

1. まえがき： 年最大降雨及びその確率分布特性は治水計画を立てる上での最も基本的な資料の1つである。この降雨は時間的・空間的に集中した形で生ずるが、実際に観測されているのは地点降雨であり、しかも統計量を得るに十分な期間観測されている例は少なく、従来、空間的な分布に対する議論は少なかった。

そこで、本研究では降雨の空間分布を名古屋市域における観測点網のデータをもとに明らかにし、次に雨の降り方の確率構造のモデル化を行って、ピーク降雨、地点降雨、面積平均降雨の関係について考察したものである。なお、ここでは時間的集中については取り扱わず、一定継続時間の雨を対象としている。

2. 降雨の空間的分布特性

図-1は名古屋市域の34の降雨観測点の資料から求めた等雨量線図の1例である。この様に降雨はある所でピークを持ち距離とともに減少する。この低減特性を明らかにするためピークから放射状に直線を引き、各等雨量線図との交点までの距離と、ピークでの降雨強度で無次元化した各交点の降雨強度との関係を多くの降雨についてプロットしたものが図-2である。図の縦軸は対数で示しており、この図より降雨強度のピークからの低減は平均的には $\lambda_r = 0.24$ (1/km)の指数低減 $r = r_p \exp(-\lambda_r x) \dots (1)$ で表わされることが分る。ここに r_p 、 r はピーク降雨及びピークから距離 x における降雨強度である。

3. ピーク降雨・地点降雨・面積平均降雨の関係

降雨は図-1のようにある地点(降雨毎に変わる)でピークを持つ錐形を示し、地点(固定)降雨 r はその錐形のある点で測られた雨に相当している。又、流出計算に必要な降雨は、流域内の降雨分布の平均値すなわち面積平均雨量 r_a である。

ここで、これら3つの雨の特性を調べるため降雨の空間分布を考慮した降雨生起の確率モデルを次の仮定に基づいて考える。

- ① 降雨の生起に関する確率構造は空間的に一様。
- ② 降雨のピーク位置はランダムに生ずる。
- ③ 降雨ピークの確率構造は、地点降雨の年最大60分雨量が対数正規分布することから、同様に対数正規分布を仮定する。

④ 降雨の空間的分布は(1)式によるものとする。以上の仮定に基づき図-3に示す一辺 l の正方形領域で降雨を考える。降雨観測点は中央とし、面積平均降雨を考える領域は中央に位置する1辺 s の正方形とする。これらの領域内で降雨ピーク地点 (x, y) 、ピーク降雨強度 r_p を模擬発生させ、 r 、 r_a を計算してその分布特性を数値実験的に検討した。

4. 結果についての考察

- ① 地点降雨、面積平均降雨の非超過確率の取り扱い

対数正規分布は $p(r) = 1/\sqrt{2\pi} \exp(-\frac{1}{2}\xi^2)$, $\xi = 1/\sigma \ln(r/\mu) \dots (2)$ で表わされる。ここに μ 、

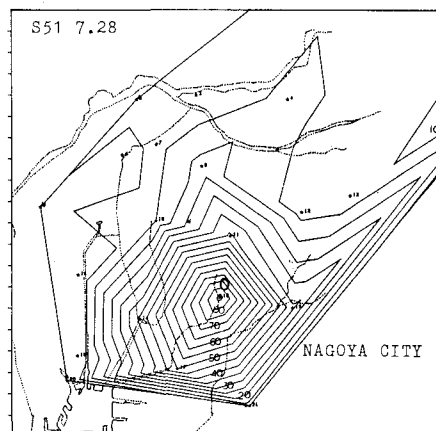


図-1 降雨の空間分布の例

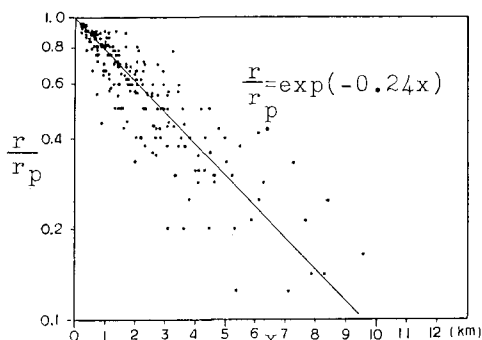


図-2 降雨のピークからの空間的低減特性

σ は平均値、標準偏差である。なお表現を簡単にするため、各種降雨強度はピーク降雨強度の平均値 μ_P で、距離については $1/\lambda_r$ で無次元化して取り扱った。(無次元量にはダッシュを付けて示す。例 μ' , ℓ')

表-1の①は3. で述べた方法で求めた観測点降雨の μ' , σ と領域の大きさ ℓ' との関係を示したものである。表より ℓ' が大きくなると μ' は小さく、 σ は大きくなることが分る。これは領域が大きくなると観測点から遠くにピークが生ずる場合が出てくるため、小さな降雨が観測されることになるためであるが、このことは、確率構造が場所的に一様であること

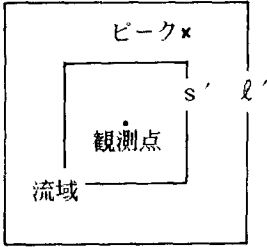


図-3 計算領域の概念図

とに反する。この原因は領域の大きさが異なる場合にも模擬発生させた全ての r を用いたからである。実際には領域の面積が n 倍になれば同程度の降雨の生ずるチャンスも n 倍になる。したがって地点降雨の年最大値の分布はこのうち上位 $1/n$ の資料に基づいて求めねばならない。表-1の②はこの様にして求めた分布の μ' , σ を示したものである。①と比べると ℓ' による差は非常に小さくなっていることが分る。更に残っている差は、この取り扱い方が非毎年資料の扱いになっているためであろうと考えられる。

②. 地点降雨と面積平均降雨

治水計画上問題となるのは、return period が同一のとき地点降雨と面積平均降雨がどれほど異なるかという点である。これは当然対象とする流域の大きさに依存し、小さな領域では降雨分布の一様性が強いから両者は近い値を取る。図-4、表-2は $s' = 1, 2, 3$ とした時の両者の関係を示したものである。これより無次元距離で $s' = 1$ 程度ならば r_a を r で代表できることが分る。これは名古屋市域では $\lambda_r = 0.24$ とすれば4km 四方(16km²)程度の流域に対応している。

5. あとがき： 本報では降雨の空間的分布特性と生起確立の分布特性について検討したが、残された問点も多い。例えば降雨の分布はその原因によって異なるし、確率構造は空間的に一様でなく地形的に雨の降り易い場所がある。さらに r_P の確率密度分布についても、より厳密な取り扱いが必要であり、これらについては今後研究を進めてゆくつもりである。

表-1 領域の大きさと地点降雨の分布特性

ℓ'	s'	① μ' σ		② μ' σ	
2	1	0.47	0.49	0.47	0.49
4	1	0.23	0.72	0.60	0.30
6	1	0.10	0.94	0.61	0.33

表-2 地点降雨と面積平均降雨

ℓ'	s'	μ_a' σ_a	地点降雨
6	1	0.60 0.28	$\mu' = 0.65$
6	2	0.38 0.23	$\sigma = 0.31$
6	3	0.23 0.15	

r_P の分布はともに $\mu_P = 1$ $\sigma_P = 0.4$ である。

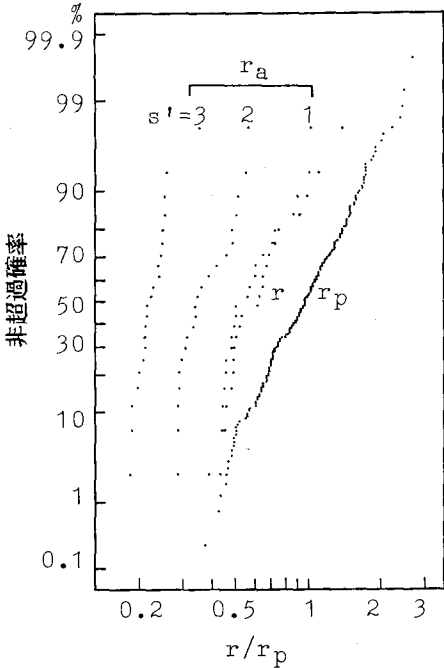


図-4 r_P 、 r 、 r_a の非超過確率