

宇都宮大学工学部水工学研究室 学生会員 檜山 伸明

正会員 長谷部 正彦

1. はじめに

1998年8月末に栃木県那須町、黒磯市などの県北部を局所的な豪雨が襲い那須町の余笹川など那珂川水系が氾濫し大規模な水害が発生した。宇都宮気象台による那須町の8月26日からの6日間の雨量は1254mmを記録し年間総雨量平年値の3分の2を超える異常な雨量であった。この豪雨は、前線が日本列島の上に停滞して付近に上昇気流ができ、そこへ太平洋高気圧の周辺を回る暖かく湿った風が押し寄せさらに速度の遅い台風4号から暖かく湿った空気が連続して運び込まれるため雨雲が持続的に発達したことによって起こった。また、日光・足尾の山系と八溝山系の間にあるのが那須連山で、八溝山系はついたてのように那須連山の南東側にある。南からの暖湿流が足尾、日光と八溝山系の間で挟まれて収束し、那須連山にぶつかって気流の上昇がつよまったことも要因である。これらの要因を水文循環（降水・蒸発と発散・表面流出・地下水）として一連の現象と、とらえられればよいのだが、水文諸量は、地球上の場所によって異なりまた、時間と共に変動するため水文循環を物理的法則だけで律することは難しく、統計量と見なさざる得ない事が多い。

本研究はこの洪水の入力となる降雨量に着目して、確率降雨量がどのように分布するか、また今回の豪雨規模の再現期間（リターン・ペリオド）を日単位と時間単位に分けて求めているというものである。

2. 再現期間（リターン・ペリオド）

リターンペリオドとはある値以上（または以下）になるようなことが平均的に見て T 年に一度の割合で期待される時、この T 年をリターンペリオド（又は再現期間）と呼んでいる。

リターン・ペリオドや確率水文量を図解的に求めるには、確立紙を利用するとよい。確率紙にはいろいろな種類があるが、要は横軸に変量の関数（対数正規ならば変量の対数、平方根正規ならば変量の平方根）が目盛られ、縦軸に非超過確率または超過確率が目盛られた一種の方眼紙である。与えられた資料を確率紙上に打点するとき、各点が一直線上にあればその変量の関数に対して正規分布であるとみなされ、図上より容易に、与えられたリターン・ペリオドに対する確率水文量を求めることができる。

ここで、大きさ n の標本を $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ とするとき、 x_i に対する非超過確率 $F(x_i)$ （または超過確率 $W(x_i)$ ）をいくらとして縦軸に取るべきであろうか考える。 $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ は大きさの順序に並べたいわゆる順序統計量であるとする。すなわち、

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_i \leq \dots \leq x_n \quad \dots (1) \text{ 式}$$

小さいほうから数えて、i 番目に位置する x_i を i 番目順序統計という。

i 番目順序統計量 x_i の打点位置を決める非超過確率 $F(x_i)$ の値としては、ハーザン・プロットが最もよく知られている。ハーザン・プロットは、次式で示される。

$$F(x_i) = \frac{2i-1}{2n} \quad \dots (2) \text{ 式}$$

Key word : リターンペリオド、確率降雨量

連絡先 : 〒321-8585 宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部建設棟水工学研究室

TEL : 028-689-6214 FAX : 028-689-6230

2. 2 確率紙による計算 (時間雨量)

那須町・黒磯市・水戸市の毎年最大1時間降雨量を正規確立紙と対数正規確率紙の2通りでプロットしてみた。その結果、毎年最大1時間雨量は対数正規分布確率紙上にほぼ直線的に並んでいる。(一例として、那須町の毎年最大1時間雨量の対数正規分布確率紙をのせる。)

2. 3 指数分布による確率計算 (日雨量)

毎年最大日雨量を縦軸に降雨強度 (mm/日) 横軸に再現期間 T 年をとり片対数紙上にプロットしてみたところ直線性を示した。ここで再現期間は、岩井法を使って求めた。岩井法の特徴は与えられた観測値だけにとらわれることなく、観測値が代表していると思われる集まり、すなわち統計的な母集団を広く見渡し統計的分布を対数正規分布として頻度分布を推定し、その積分曲線として超過確率を求める。さらに岩井法の特徴として下限値を有する点がある。この下限値が+、-、0をとることによって確率紙上で曲線形状が変化するため、高適合性を有する。(一例として、那須町の毎年最大日雨量の片対数グラフをのせる。)

2. 4 結果

これらの図を用い、三都市の今回の洪水時の確率降雨量を求めてみると、那須町の一時間当り・一日当りの降水量は5882年・4000年に一回、黒磯市の一時間当り・一日当りの降雨量は147年・60年に一回、水戸市の一時間当りの降雨量は1.3年に一回、一日当りの降雨量は毎年ある普通規模の降雨であった。

3. 考察

今回の那珂川流域の水害は、三都市の確率降雨量の比較からも分かるとおり那珂川流域の上流の地域に極所的に激しい豪雨が長期的に続いた事が原因であり、このような豪雨は水文学的にみても極めて希なものであった。さらに、地域特性が豪雨のおきや山地流域であったことと、上流に流域面積の広い山地流域があったことが洪水の原因であると思われる。

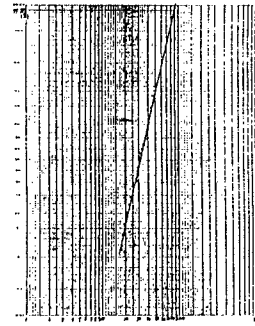


図. 那須町最大時間雨量の再現期間

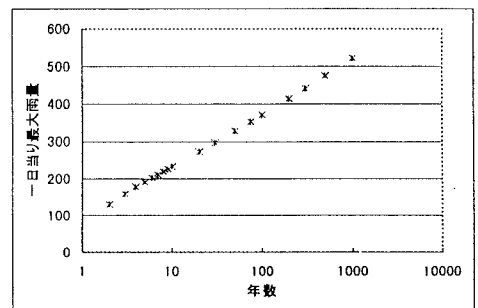
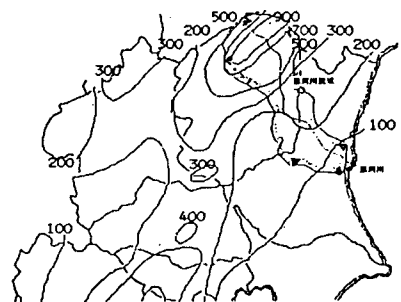


図. 那須町最大日雨量の再現期間



等雨量線図 (総雨量)

[参考文献] 春日屋伸昌：水文統計学概説

岩井重久・石黒政儀：応用水文統計学

茨城大学広域水圏環境科教育研究センター：平成10年8月那珂川水害緊急調査報告書

1998年東北・北関東の集中豪雨に伴う水害調査報告書