

Ⅱ－58

福島県内の都市域における降雨特性の変化と降雨強度予測の検討

日本大学大学院 学生会員 ○松崎 哲也

日本大学工学部 正 会 員 長林 久夫

1. はじめに

福島県には都市域の福島、白河、若松、小名浜において降雨強度式とその降雨強度式が適応する区域を提示している。しかし近年、地球温暖化に代表される気候変動が降水量時系列にランダムとはいえない難い変動をもたらした。降雨強度式を上回る降雨が多く発生している。そこで本研究では、短年データでも適応可能な降雨強度式の作成の検討として、県が提示している降雨強度式と本研究で算定した降雨強度式との比較を行い、近年の降雨強度の変化について検討を行った。福島県の48雨量観測点と各降雨強度式及び適用区域を図-1に示す。降雨強度式は2004年に改定されたものである。

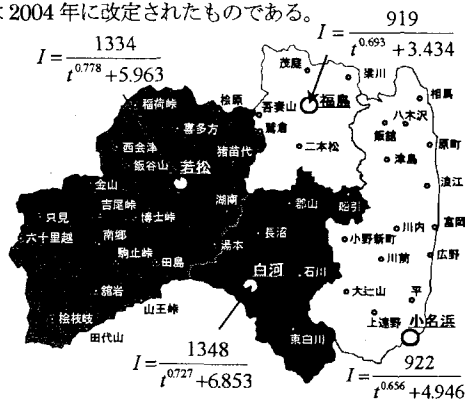


図-1 48雨量観測点と降雨強度式及び適応区域

2. 解析方法

雨量データは1994年4月～2003年12月のアメダス10分値データ、及び1976年～1999年のアメダス観測年報を使用した。

確率降雨量は、年最大降雨量に超過確率計算²⁾³⁾を行い算出する。確率年は下水道の設計などで用いられる10年を採用し、超過確率計算は降雨の確率分布が対数正規分布に従うと仮定して対数正規分布法を適用した。降雨強度式は、県の設計でも用いられている君島型を用いた。君島型の降雨強度式を(1)式に示す。

$$I = \frac{a}{t^n + b} \quad (\text{君島型}) \quad (1)$$

I : 降雨強度(mm/h)、 t : 降雨継続時間(min)、 a 、 b 、 n : 地域により決まる定数

また、実測降雨量と計算降雨量の適応度検定方法として平均自乗誤差(RMSE: Root Mean Square Error)を用いた。(2)式にRMSEの式を示す。

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (X_{Cal} - X_{Obs})^2}{n}} \quad (2)$$

n : データ数、 X_{Cal} : 計算降雨量、 X_{Obs} : 実測降雨量

3. 短時間降雨量の推定と検討

(1) 短時間降雨量推定方法

設計に必要な降雨というのは短時間継続する豪雨によるものであり、降雨強度式の算定には短時間降雨量データが必要になる。しかし、短時間降雨量データというのはあまりにも存在が少なく、降雨強度式を算定するには不十分である。そこで本研究では、短時間降雨量に比べ長期的に存在する年最大時間降雨量及び年最大日降雨量を用いて短時間降雨量の推定を試みた。図-2に短時間降雨量推定モデルの概要を示す。

年最大日降雨量を1としたとき、降雨継続時間に対する降雨量の割合は図-2のような曲線で表される。この曲線が(3)式の関係であると仮定する。

$$k = a \cdot t^n \quad (3)$$

t は降雨継続時間(min)、 $a \cdot n$ は各年の降雨量によって決まる定数である。ここでの k は年最大日降雨量を1とする各降雨継続時間の割合であることから、 k_0 は0であり、 k_{1440} は1である。

そこで、①: 0～60min及び②: 60～1440minの2つの範囲において(2)式で近似させ、それぞれの範囲の係数 $a \cdot n$ を算出し、各継続時間に対する降雨量の割合 k を推定する。その k に年最大日降雨量に乗じたものを各継続時間に対する降雨量とした。

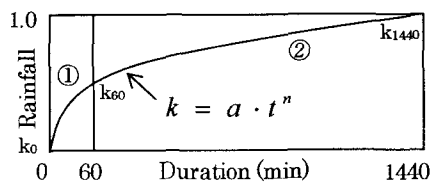


図-2 短時間降雨量推定モデル概要

(2) 従来の推定降雨量との比較

これまでにいくつかの短時間降雨量推定式が提案されている。代表する2つの推定式 a を(4)、(5)式に示す。

$$X = i \cdot \sqrt{t} \quad (4)$$

$$X = i \cdot \frac{1.31 \cdot t}{1 + 0.31 \cdot t} \quad (5)$$

ここでの i は年最大日降雨量である。そこで、長期的な雨量データが揃う白河の年最大降雨量を用い、推定降雨量の精度について比較を行った。本研究で推定した降雨強度を I_a 、(4)式から推定した降雨強度を I_b 、(5)式から推定した降雨強度を I_c とし、図-3に各確率年における実測降雨強度と推定降雨強度のRMSE、図-4に実測降雨強度曲線と推定降雨強度のプロットを示す。

図-3より、確率年が大きくなるに伴いRMSEが増加する傾向が見られた。しかし、従来の2つの推定降雨強度に比べ非常に低いRMSEを示す。図-4においても I_a は実測降雨強度に最も近い値を示している。つまり、従来の推定降雨強度に比べ比較的高い降雨強度が得られたと考えられる。

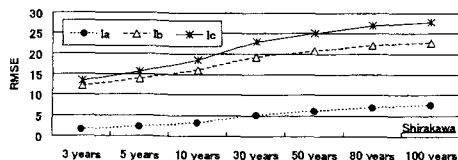


図-3 各確率年における推定降雨強度のRMSE

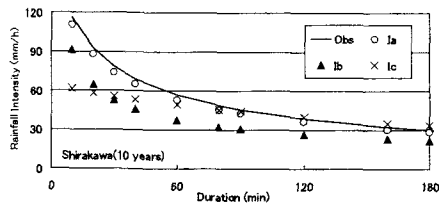


図-4 実測降雨強度曲線と推定降雨強度

4. 福島県内の都市域における降雨強度の予測

県で提示している降雨強度式は、長期雨量データから算出していると考えられる。そこで、福島県内都市域の4地点において、県の提示している降雨強度式から算出される降雨強度(以下、設計降雨強度)と、近年の短年データから算出した降雨強度(以下、計算降雨強度)との比較を行った。近年の短年データは1984年～2003年の20年分の雨量データを使用した。図-5に設計降雨強度と計算降雨強度の誤差を示す。

降雨強度は用いたデータ量や採用した確率分布によって誤差が生じてくる。しかし、ここでは確率分布の違いにより生じる誤差はないものと考え、図-5に示す誤差はすべてデータ量の違いによる誤差であると仮定する。

図-5は設計降雨強度から計算降雨強度を引いた値であり、(+)であれば設計降雨強度の方が高く、(-)であれば計算降雨強度の方が高いことを示している。

小名浜は降雨継続時間が大きくなるに従い誤差が小さくなるのが見てとれる。つまり近年、小名浜では日降雨的な長時間降雨の変化は少ないが、短時間降雨が減少傾向であると考えられる。

福島、白河においては降雨継続時間が10～20分の範囲で(+)を示すが、それ以降は(-)を示し、若松においてはすべての降雨継続時間で(-)を示した。これは近年の福島、白河、若松の降雨が設計降雨強度を超えた降雨であることがわかる。小名浜と同様に、福島、白河の10～20分の降雨強度は減少傾向であるが、30分以降の短時間降雨が増加傾向であると考えられる。つまり、小名浜は設計範囲内の降雨強度が予想されるが、福島、白河、若松では30分以降の降雨が設計の許容範囲を超えた降雨強度が予想されると考えられる。

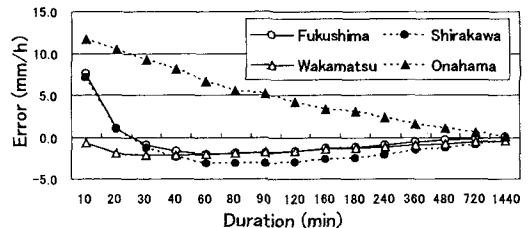


図-5 設計降雨強度と計算降雨強度の誤差

5. 終わりに

福島県の降雨強度式はこれまでに10年間隔で4回更新している。この10年間の降雨が次の降雨強度式にどのような影響を与え算定されてきたか、また降雨特性と降雨強度式(君島型)の係数との関係が解明できれば、短年データでも適応可能な降雨強度式を推定することは可能であると考えられる。

《参考文献》

- 1) 福島県土木部河川課(1994),福島県内降雨解析,pp.9-13
- 2) 高瀬信忠(1978),河川水文学,pp.102-128
- 3) 岩井重久,石黒政儀(1970),応用水文統計学,pp.25-27
- 4) 坂上務(1968),日本の雨の特性・集中豪雨と干ばつ対策,水工学シリーズ,68-11,pp.114