

阿武隈川流域の都市域における降雨特性及び降雨強度式比較・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

下水道計画や河川構造物の設計において降雨強度の算定は非常に重要である。このような設計に必要な降雨は短時間継続する豪雨によるものであり、降雨強度(Rainfall Intensity [mm/h])と降雨継続時間(Duration [min])との関係を示すものとして降雨強度式が用いられている。福島県でも都市域である福島、白河、若松、小名浜で算定されている。しかし、すべての場所で算定されているわけではない。そこで本研究では降雨強度式の算定がされていない場所での降雨強度式の算定およびデータが少ない場合の降雨強度式の算定を目的とし、実際に降雨強度式を算定し、阿武隈川流域における降雨特性の解明および、算定した降雨強度式と設計降雨強度式との比較、近年における降雨特性の変化について比較及び検討を行った。

2. 降雨強度式算定方法

本研究では1994年～2002年におけるAMeDAS 10分値データ、及び1976年～1999年におけるAMeDAS観測年報を用いて解析を行った。また、白河及び郡山においてはデジタイザーを用いて1971年～1993年の雨量観測記録紙から算出した10分値データを用いた。

降雨強度式算定方法として、これらのAMeDASデータを用いて各降雨継続時間に対する超過確率計算を行い確率降雨量を算定した。超過確率計算は、降雨の確率分布が対数正規分布¹⁾に従うと仮定して対数正規分布法を用い確率降雨量を求め降雨強度式を導く。降雨強度式は県で用いられている君島型を用いた。(1)式に君島型の降雨強度式を示す。

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

ここで、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である。定数a、b、nは最小二乗法²⁾を用いて式に近似させて算出した。

3. 阿武隈川流域の都市域における降雨特性

本研究では阿武隈川流域を対象に、上流域から白河、郡山、福島において解析を行った。図-1に1901年～2002年の3地点における年最大時間雨量の頻度グラフを示す。このグラフはそれぞれ対数正規的な分布を示しており、福島及び郡山においては10～20mm/hrの降雨が一番高い分布を示し、福島においては40%以上が10～20mm/hrを占めている。それに対し白河は20～30mm/hrの降雨が一番高い分布を示し、ほぼ50%以上が20～30mm/hrを占めている。これは、白河が福島に比べて年間的に集中豪雨が多いことを示している。また、年最大時間雨量が40mm/hr以上で見た場合でも白河17%、郡山11%、福島11%と3地点で最も白河が短時間継続する集中豪雨が多いと考えられる。つまり、阿武隈川では下流域よりも上流域の方が降雨が強いことがわかる。

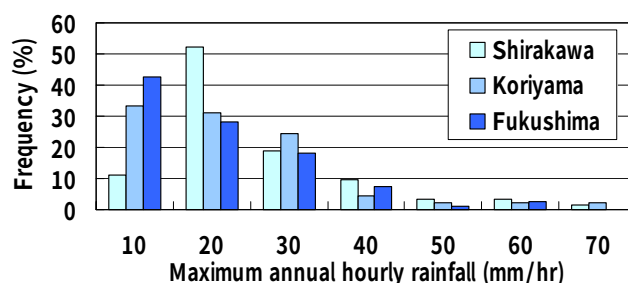


図-1 阿武隈川流域頻度グラフ

4. 算定した降雨強度式と設計降雨強度式との比較

実際に上記で述べた方法により、AMeDAS10分値データと雨量観測記録紙から得られたデータを用いて最もデータ数の多い白河市において降雨強度式を算定し、福島県で用いられている設計降雨強度式³⁾との比較を行った。ここでは、近年の10年分のデータを用いた場合(以下 I_{10})、20年のデータを用いた場合(以下 I_{20})、30年のデータを用いた場合(以下 I_{30})、最大の32年のデータを用いた場合(以下 I_{32})について比較を行った。

キーワード：確率降雨量、降雨強度式、AMeDAS10分値

連絡先：〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地

日本大学工学部水環境システム研究室 024-956-8724(TEL,FAX)

図-2 にそれぞれのデータを用いて算出した 10 年確率の降雨強度曲線、及び設計降雨強度曲線(以下 I_0)、表-1 に図-2 の降雨強度及び設計降雨強度式との誤差を示す。この図から I_{30} や I_{32} の方が短年データを用いた I_{10} や I_{20} よりも精度が良いことがわかる。標準偏差を算出してみても I_{10} では $\sigma = 8.47$ 、 I_{20} では $\sigma = 6.38$ 、 I_{30} では $\sigma = 0.97$ 、 I_{32} では $\sigma = 1.99$ と用いるデータ数が多いほど精度の良い降雨強度曲線を算出することができ、設計降雨強度曲線に近い値を示している。さらに、表-1 から I_0 との誤差はデータ年数が増えるに連れ、降雨継続時間が長い方から誤差が少なくなっていく傾向が見られた。

また、図-2 から近年における短年データを用いた I_{10} 、 I_{20} が全体的に設計降雨強度曲線よりも高い値を示しているのが見られる。これは、図-3 の白河市の年最大降雨量推移図から 1998 年の 250mm を超える年最大日雨量や 1998 年、2000 年、2002 年の 50mm を越える年最大時間雨量が大きく影響しているためだと考えられる。

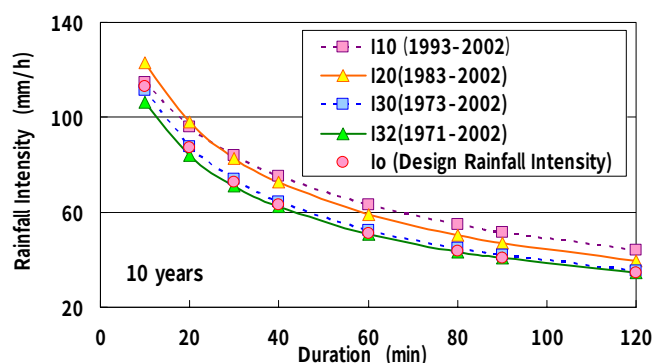


図-2 算定式と設計降雨強度式の比較

表-1 年代別降雨強度曲線

Duration (min)	Design Rainfall Intensity I_0 (mm/hr)	10years[1993-2002]		20years[1983-2002]		30years[1973-2002]		32years[1971-2002]	
		I_{10}	$(I_0 - I_{10})^2$	I_{20}	$(I_0 - I_{20})^2$	I_{30}	$(I_0 - I_{30})^2$	I_{32}	$(I_0 - I_{32})^2$
10	112.9	114.6	2.8	122.8	98.5	111.2	2.8	106.3	43.1
20	87.2	96.1	79.6	97.9	114.3	87.5	0.1	83.9	10.8
30	72.8	84.0	125.4	82.9	100.9	73.8	1.0	70.9	3.7
40	63.3	75.3	142.0	72.6	85.0	64.6	1.5	62.1	1.4
60	51.2	63.1	140.3	59.0	60.0	52.5	1.7	50.7	0.2
80	43.6	54.8	125.5	50.2	43.7	44.9	1.6	43.5	0.0
90	40.8	51.6	117.5	46.9	37.8	42.0	1.5	40.7	0.0
120	34.4	44.2	95.6	39.4	25.6	35.5	1.2	34.5	0.0
160	28.8	37.4	73.7	32.9	16.5	29.8	0.9	29.0	0.0
180	26.8	34.9	65.3	30.5	13.6	27.6	0.7	27.0	0.0
240	22.3	29.2	47.2	25.1	8.2	23.0	0.5	22.5	0.0
360	17.1	22.4	28.0	19.0	3.7	17.6	0.3	17.3	0.0
480	14.1	18.4	18.7	15.5	2.0	14.5	0.2	14.3	0.0
720	10.7	13.9	10.0	11.5	0.7	10.9	0.1	10.8	0.0
1440	6.6	8.4	3.1	6.9	0.1	6.7	0.0	6.7	0.0

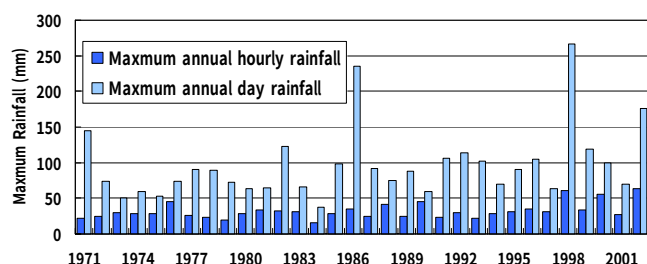


図-3 白河年最大降雨量推移図

5. 近年における降雨特性の変化

近年、短時間による局地的な降雨が多く見られ、阿武隈川流域でも多大な被害がもたらされている。流域の年平均降水量は、山間部では 1,800~2,000mm 程度、平野部では 1,100~1,400mm 程度であるが、1998 年 8 月末の豪雨においては約 6 日間で 1,200mm を超える雨を記録している。そこで阿武隈川流域の都市域の白河市及び郡山市において 1971 年~2000 年の雨量データを 1971 年~1980 年(70 年代)、1981 年~1990 年(80 年代)、1991 年~2000 年(90 年代)の 3 つの年代に分け、30 年間における降雨特性の変化について検討を行った。図-4 に白河市及び郡山市の 10 年確率の年代別降雨強度曲線を示す。

この図より、白河市、郡山市共に 70 年代、80 年代、90 年代と短時間における降雨強度が増してきているのが見られる。これは近年、短時間における集中豪雨が増加していると考えられる。

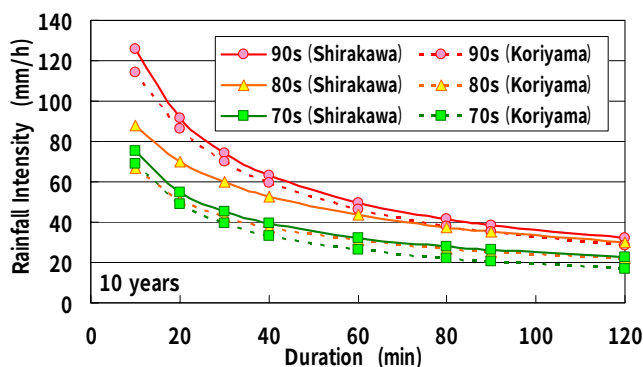


図-4 年代別降雨強度曲線(10 年確率)

6. おわりに

本研究では降雨強度式の算定にあたり雨量観測記録紙からその年の年最大日雨量をデジタイザーで読み取り解析を行ってきた。設計降雨強度式に近い降雨強度式を算定することができたが、より精度の高い降雨強度式を算定するにあたり長期間における分単位のアメダスデータを用いた長期的解析が必要である。

《参考文献》

- 1) 高瀬信忠：河川水文学、pp.102-128
- 2) 岩井重久、石黒政儀：応用水文統計学、pp.25-27
- 3) 福島県土木部河川課：福島県内降雨解析
- 4) Van-Thanh-Van Nguyen, Sang-Yoon Han, Hisao Nagabayashi：ON STOCHASTIC MODELLING OF RAINFALL PROCESSES、p.147