

利根川流域における氾濫シミュレーションによる被害推定

損害保険料率算定会 正会員 川口正明^{*1} 芝浦工業大学 フェロー 高橋裕^{*2}
 水文環境 正会員 木下武雄^{*3}

1. はじめに

1947年(昭和22年)9月のカスリーン台風では利根川流域には有史以来の大洪水による甚大な被害が生じた。その当時は氾濫した地域は大部分が水田であったが、過去50年に著しい発展を遂げたところであり、ある条件を仮定すると再び災害を受けないとは言えない。そこで、カスリーン台風の再来を含め、いくつかの再現確率の降雨を想定し、埼玉県東部低地から東京都東部低地までを対象地域として洪水による建物の浸水被害推定を行った。

2. 降雨の再現確率

(1) 手法 八斗島上流域で観測された1945年～1994年(50年間)の年最大3日間雨量を用いて、水文分野の確率統計で一般に使われている岩井法により降雨の再現確率を計算した。なお、流域面積が5,114km²と広いため、6つの小流域に分割し、面積加重平均の雨量を用いた。

対数正規分布を解くための変換式は

$$\xi = a \{ \log(X+b) - \log(X_0+b) \} \quad (\xi: \text{正規変数})$$

で表され、定数 a, b, X_0 は次式で求められる。

$$\log X_0 = \frac{1}{N} \sum \log X_i$$

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2 \sum \{ \log(X_i+b) - \log(X_0+b) \}^2}{N-1}} \quad b = \frac{1}{m} \sum b_s \quad \left(\because m = \frac{N}{10}, b_s = \frac{X_s \cdot X_t - X_0^2}{2X_0 - (X_s + X_t)} \right)$$

ここで、 N :観測データ数、 X_i :観測値、 s, t :大きさの順に並べ替えた X_i の順位に対して対象な順位である。

(2) 結果 表1に計算結果を示す。カスリーン台風の雨量は約160年確率という結果となった。その他100年、200年、300年確率の雨量を求めた。

表1 利根川上流域における面積加重平均
3日間雨量の再現確率

確率年 [年]	雨 量 [mm]	カスリーン台風時を1と した場合の倍率
100	347.0	0.91
*160	382.3	1.00
200	401.0	1.05
300	434.0	1.14

*はカスリーン台風の再現確率

3. 流出解析

(1) 手法 対象流域が山地であるため、一般的に用いられている貯留関数法によったが、そのパラメータは流域の現況を反映させるため、台風8115号および台風8218号の2事例より求めた。基本式を次式に示す。

$$S = KQ^P \quad \text{運動の式}$$

$$\frac{dS}{dt} = r - Q \quad \text{連続の式}$$

ただし、 S :流域貯留量[mm]、 Q :流量[mm/h]、 r :有効雨量[mm/h]、 K, P :定数、この他定数として遅れ時間(TI)がある。想定降雨はカスリーン台風時の各小流域別の降雨波形(図1例示)を基にして、再現確率別に2.で求めた倍率で引き延ばした降雨波形を用いた。

(2) 結果 再現確率別の降雨による想定破堤地点の栗橋付近での流出量を図2に示す。160年確率の場合、最大流量は約19,000m³/sとなった。なお、本計算では想定破堤地点より上流での氾濫は考慮していない。

Keyword: 流出解析, 氾濫解析, 洪水被害予測, 利根川

*1 〒105-0014 東京都港区芝2-31-19 TEL 03-5441-1261 FAX 03-5441-1276

*2 〒108-0023 東京都港区芝浦3-9-14 TEL 03-5276-3049 FAX 03-5476-3049

*3 〒103-0005 東京都中央区日本橋久松町10-6 TEL 03-3668-2171 FAX 03-3668-2174

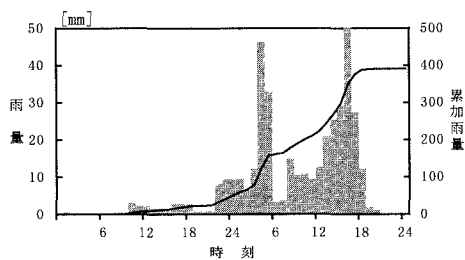


図1 カスリーン台風時の毎時雨量(前橋)

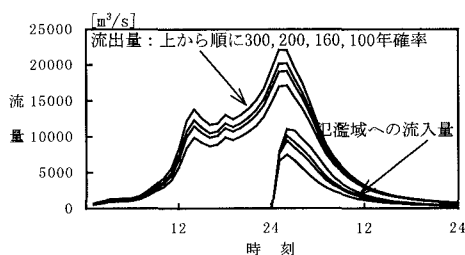


図2 栗橋付近での流入量と氾濫域への流入量

4. 氾濫解析

(1) 手法 氾濫域を皿になぞえ、皿が連結しているというモデルに置き換えて計算を行った。氾濫域は約510km²あり、土地条件図等を基にして21の皿に分割した。皿から皿へは堰の越流の式を運動の式として、連続の式は通常のものを用いた。なお、皿の縁は自然堤防・微高地などを指す。

$$Q = CB(H_1 - D)\sqrt{2g(H_1 - D)} \quad \dots \text{完全越流} \quad \frac{2}{3}(H_1 - D) \geq H_2 - D$$

$$Q = C'B(H_2 - D)\sqrt{2g(H_1 - H_2)} \quad \dots \text{もぐり越流} \quad \frac{2}{3}(H_1 - D) < H_2 - D$$

ここで Q :流量, B :堰幅, C, C' :越流係数, H_1 :上流側水位, H_2 :下流側水位, D :堰高, g :重力加速度。

$$\Sigma Q_i = A \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad \text{運動の式}$$

ここで Q_i :河川流入量・堤防越流量等, A :分割域の面積, h :水位。流入条件として、栗橋付近での計画流量17,000m³/sを超えた場合に決壊が始まるものとして、計算流量の50%が氾濫域に流入するものとした。計算は10分間隔で120時間行った。

(2) 結果 図2に再現確率別の流入量を示し、図3に160年確率降雨の場合での250mメッシュ毎の最大水位を示す。

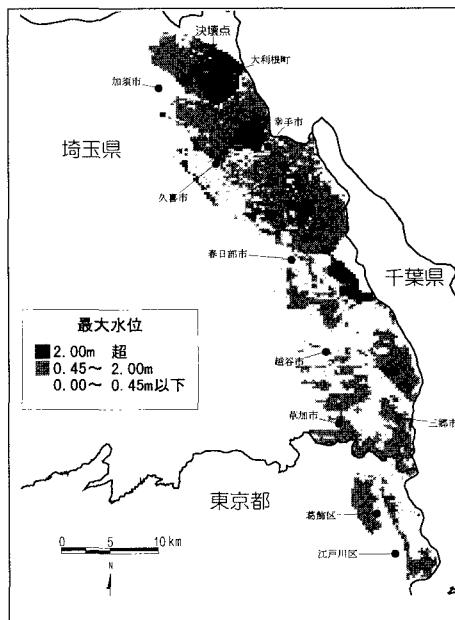


図3 160年確率の場合の最大水位

5. 住宅建物の被害推定

(1) 手法 国勢調査(総務庁統計局)の世帯数(1990年)を住宅建物数とみなし、住宅統計調査報告(総務庁統計局)および水害統計(建設省河川局)より建物平均価額(1994年)を算出し、浸水深45cmを超える場合を床上浸水とみなし、被害が発生するものとして浸水被害を推定した。

(2) 結果 想定域内の世帯数は707,624であり、再現確率別の被害数、被害額は表2のように算出された。

表2 再現確率別住宅建物被害数と被害額

再現確率[年]	被害数	被害額[億円]
100	169,574	4,193
160	291,176	6,053
200	291,176	6,396
300	333,211	7,338

6. おわりに

同時多発的に他の河川の流域でも浸水被害が発生する可能性もあるが、今回は想定域での単独被害を前提とするなど多くの仮定条件に基づいており、想定するような大洪水が発生した場合はより被害が大きくなると思われる。最後に、参考意見をいただいた中尾忠彦氏、達下文一氏、金子義明氏の各氏に改めて感謝の意を表す次第である。