

|            |     |      |
|------------|-----|------|
| 東京都建設局河川部  | 正会員 | 石川金治 |
| 同上         | 同上  | 佐藤一夫 |
| 東京都土木技術研究所 | 同上  | ○和泉清 |

1. はじめに

中小河川や下水道の流量算定を行う場合、東京都では合理式を使用し

ているが、この合理式を活用する際に最も苦慮することは、洪水

到達時間の見積り方である。筆者らは、

都内武蔵野台地部を流下する中小河川を

対象に1966年以来15年間にわたる実測記

録から得た「都市化の進展による流出率

と洪水到達時間に関する検証結果」につ

いて、その概要をここに紹介することにした。

## 2. 都市化率の定義

既成市街地化流域で、さらに都市化が進行してい

る場合、この都市化過程を定量化するのに、次のよ

うな指標をもって、各対象年時の都市化状態を数値

化して表わすことにした。東京都の現状を考へ、都

市化率が100%の流域とは、域内の不浸透域面積率

(Imp)が7.0% 公共下水道の普及率が100% 降

雨強度 50 mm/h に対応できる河道整備率が 100%

各対象年時の都市化率を流域解析により数値化する。その値を都市化数 ( $U_n$ ) と定義する。

### 3. 流出率と不浸透域率について

(1) 対象流域と対象出水について：対象流域は図-1の目黒川（ $A=27.45 \text{ km}^2$ 、 $\text{Imp}=45.5\%$   $\text{Un}=44$ （1966） $\sim \text{Imp}=56.0\%$   $\text{Un}=76$ （1980））、石神井川（ $A=33.93 \text{ km}^2$ 、 $\text{Imp}=34.0\%$   $\text{Un}=33$ （1966） $\sim \text{Imp}=46.0\%$   $\text{Un}=60$ （1980））、野川（ $A=30.64 \text{ km}^2$ 、 $\text{Imp}=21.8\%$   $\text{Un}=40$ （1975） $\sim \text{Imp}=28.0\%$   $\text{Un}=52$ （1980））である。また、各水位観測地点で1966～1980年の間、氾濫していない約63出水例を対象とした。

(2) 一連降雨量と出水継続時間：対象出水の一連降雨量は、各降雨観測記録において3時間以上の無降雨状態の有無を判定基準に、単位時間10分で整理集計した。そして降雨継続時間( $t_r$ )を、いずれかの観測点において降雨が記録され始めた時刻から最終記録時刻までの所要時間とした。さらに、各観測点の単純平均値を流域平均降雨量とし、 $t_r$ 内の流域平均降雨量の総和を一連降雨量( $R$ )とした。また、対象出水の継続時間( $t_c$ )については、各水位観測点の記録において、明らかに降雨による水位上昇と認められる時刻を出水開始時刻とし、降雨終了時刻から3時間経過した時刻を出水終了時刻として、その所要時間とした。したがって、各水位観測地点の総流出高( $\Sigma q$ )は、この $t_c$ 内の流出分である。

(3) 流出率と Imp: ここで、流出率 (f) は、一連降雨量 (R) に対する総流出高 ( $\Sigma q$ ) で、 $f = \Sigma q / R$  による換算値である。ここに、 $q$ : 単位時間当りの流出高 (mm) で、mm / 10 min とした。

以上による都内各中小河川の  $f$  の実態は、図-2 のとおりであるが、平均的な  $f$  についてみると目黒川が 0.47、石神井川が 0.23、野川が 0.16 である。さらに  $f$  と  $Imp$  の関係を調べると、目黒川については、両者の関係が、 $f = Imp - k$  と近似できる。ただし、 $k = (Dimp \cdot Imp + 6.87) / R$  ( $R = 30 \text{ mm} \sim 200 \text{ mm}$ )、ここに、 $Dimp$  : 不透透域の凹地貯留量 (mm) で、都内台地部の場合 2.0 mm とした。

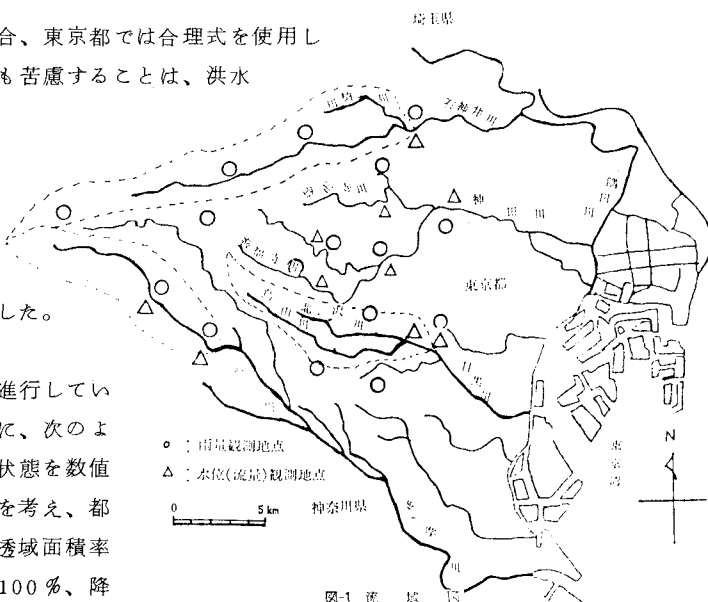


图-1 图

石神井川と野川の場合は、 $f=0.6 \text{ Imp} (R-D\text{imp})/R$  ( $R \geq 30 \text{ mm}$ ) の関係が得られた。以上のように、 $f$ は、流域内の  $\text{Imp}$ の差異によって、その値が支配される。 $\text{Imp}$ の小さい石神井川や野川の場合は  $f$ と  $\text{Imp}$ の関係が緩やかな勾配の式で表わされ、 $\text{Imp}$ が50%を超えるような目黒川の場合は、 $f \sim \text{Imp}$ 関係が、上限70%程度まで、見掛け上  $f \div \text{Imp}$ と推察される。そして、都内中小河川の  $f$ と  $\text{Imp}$ の関係は、ロジスティック曲線に類似した式で表わせる。

4. 洪水到達時間と有効流域面積について

洪水到達時間 ( $t_p$ ) は、流域平均降雨波形 (10分読み) の最強雨部発生時刻からピーク流量発生時刻までの所要時間、すなわち、lag time の2倍をもって表わすことにした。そして、合理式の流出係数 ( $f_p$ ) については、次式による換算値で表わした。

$$f_p = \frac{3.6 Q_p}{r_m A} = \frac{r_e}{r_m} \tag{1}$$

ここに、 $Q_p$ : 実測ピーク流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )、 $A$ : 流域面積 ( $\text{km}^2$ )、 $r_m$ :  $t_p$  内の流域平均降雨強度 ( $\text{mm/hr}$ )、 $r_e$ : 有効降雨強度 ( $\text{mm/hr}$ )

以下、目黒川の場合を例に記述する。

(1) 都市化と  $t_p$  の変遷: 過去15年間の  $t_p$ の実態は、一連降雨量、前期降雨量等の多寡により差異はあるが、ほぼ120min~40minの間にある。ここで、1966年時の  $U_n$ をベースに現在に至る都市化過程状況を指数化表示したものと、それに対応する各年時の平均的  $t_p$ の状態推移を  $U_n$ と同様、指数化表示したもので、両者の関係を比べたものが、図-3である。現在、目黒川は、1966年時に比べ、都市化程度が1.7倍進行し、それによって、 $t_p$ が半減している。

(2) 流出係数、有効流域面積: 都市化に伴う  $t_p$ の短縮は  $f_p$ の値を増大させる。目黒川の  $f_p$ の実態は、図-4のとおりであるが、都市化に伴う  $f_p$ の推移状況を検討してみると、1966年の  $f_p$ に比べ、現在の平均的  $f_p$ は1.5倍程度増大していることが判明した。その原因は、流域内排水施設網の整備による所が大き。そこで、筆者らは、 $Q_p$ の多寡を支配するものは、降雨規模を除けば、排水施設網の整備状況によって決まる有効流域面積 ( $A_e$ ) であるという仮説を立て、次式による検証を試みた。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} r_m \cdot A_e \tag{2}$$

この  $A_e$  は、流域内低地部の  $\text{Imp}$ 区域と台地部  $\text{Imp}$ 区域のうち排水施設網が河道に直結している区域によって構成される流域内面積をいい、この  $A_e$ の降雨は、すべて流出し、 $Q_p$ を支配することになる。目黒川の場合、現在は、見掛け上、 $A_e/A = \text{Imp}$  という関係にあり、実態との整合性は良い。

5. おわりに

都内中小河川の多くは、いまだ、都市化進行過程にあり、とくに排水施設網の整備による影響が、従前と異なる流出現象をひきおこしている。加えて、局地的な豪雨による水害が多発し、狭い流域で、都市という条件化のDDA解析が緊要課題とされ、既述の  $A_e$ 概念による検証を試みているところである。

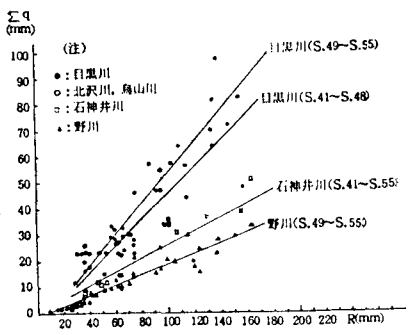


図-2  $\Sigma q$ と  $R$

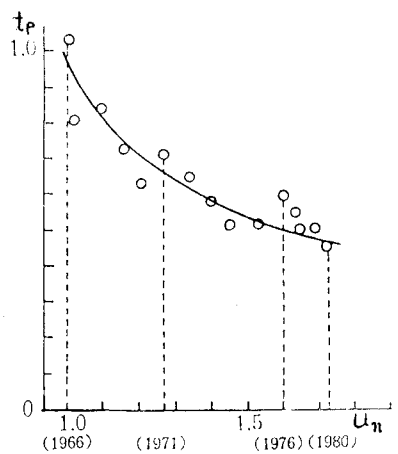


図-3  $t_p$ と  $U_n$

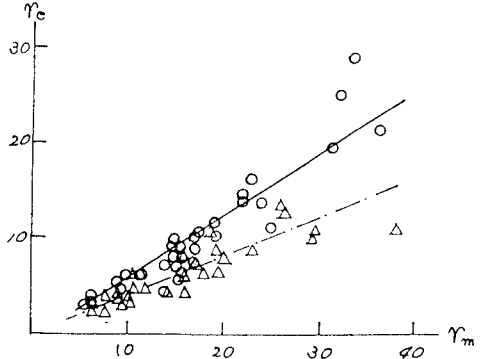


図-4  $r_e$ と  $r_m$