

II-45 都内中小河川の洪水流出予測モデルに適用する有効雨量の推定法について

東京都都市計画局 佐藤一夫
東京都土木技術研究所 ○ 和泉 清

1. はじめに

東京都建設局では、昭和52年度より都内河川流域を対象とする両量水位情報伝達処理システムの整備に着手し、昭和59年度において本庁中枢部を含め、このシステムが完備する。

その結果、河川管理センターにこれら情報が集中し、一括管理されることになる。

このシステムの主目的は、都内中小河川の洪水はんらん危険地点等における洪水時の流況を迅速かつ適確には握ること、ならびに即時処理によって各種水防対策情報を各水防団体等へ提供することにある。

本稿は、このシステムを活用し、現在、試行的段階にある都内中小河川の洪水流出予測モデルに使用する有効雨量の推定法について、都内南部を流下する二級河川の目黒川に適用した事例を検討したものである。

2. 洪水流出予測モデル

この流出モデルは、斜面モデルに準線形貯留モデルを、河道モデルにKinematic Channel を応用した計算法を使用し、その特徴とするところは、斜面モデルにおける流入時間の見積りに使用する次式の使用方法にある。

$$T_p = CA^{0.22} r_e^{-0.35} \quad (1)$$

$$\text{ここで } C = 270 - 2.5 U_n^2 \quad (2) \quad r_e = f_p r_m \quad (3)$$

ここに、 T_p : 洪水到達時間 (min)、 C : 定数、 A : 流域面積 (Km^2)、 U_n : 都市化数³⁾、 r_e : 洪水到達時間内の有効降雨強度 (mm/hr)、 f_p : ピーク流出係数、 r_m : 洪水到達時間内の流域平均降雨強度 (mm/hr)、そして、この T_p とつぎの指数単位図を利用する。

$$U(\tau) = \begin{cases} 0 & \tau > T_p \\ \frac{1}{K} e^{-\frac{\tau}{K}} & \tau \leq T_p \end{cases} \quad (4)$$

ここに、 K は吉野⁴⁾による $K = T_p / 2 = T_L$ (lag time) である。つぎに河道モデルは、簡単な線形水路方式による。

$$O(t) = I(t - T_e) \quad (5)$$

$O(t)$: 流出量、 $I(t)$: 流入量、 T_e : 線形水路の輸送時間(min)で、 $T_e = l / \sqrt{S}$ 、 l : 河道長 (m)、 S : 河床勾配

3. 有効雨量の推定

この流出予測モデルの特徴は、前述のように、 T_p の推定にあたり、都市化数 U_n を使い定数 C を決め、さらに、有効雨量を決めるに際し、つぎのような方法をとっているところにある。

各観測点より10分ごとに入る降雨データについて、最初の降雨強度は、 $r_{m10} \times 6 = r_{m1} = r_m$ とする。以下、 $(r_{m10} + r_{m20}) / 2 \leq r_{m10}$ の比較から大きい値をもって、 $r_{m2} = r_m$ とする。遂次、次式により、 $r_{mi} = r_m$ を求める。

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_{mi} \leq \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} r_{m(i-1)} \quad (6 \leq n \leq 2) \quad (6)$$

こうした操作を1時間実施し、その後、10分間隔の移動平均値による時間雨量を r_m とする。

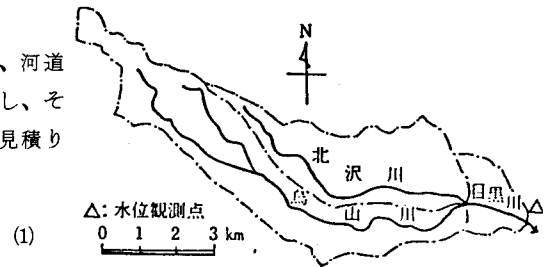


図-1 目黒川の流域図

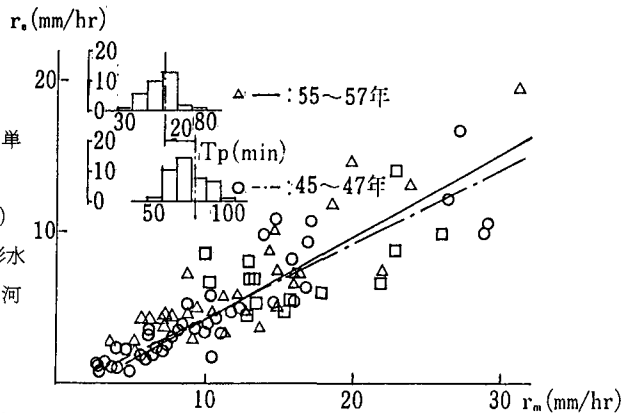


図-2 目黒川の r_m と r_e の関係

そして、つぎの各方法により、有効降雨強度 r_e を推定し、 T_p 算定の根拠とする。

目黒川の場合を例にとれば、そのひとつは、実績洪水による r_e と r_m (図-2) の関係式を使う方法。

$r_e = 0.61 \ r_m - 1.85$ (7)

都市化数とピーク流出係数の関係から求める方法。

$f_p = 0.005 \ U_n + 0.15$ (8)

さらに、降雨強度別の r_e (注) 不浸透率率, 下水道普及率, 都市化数の推移は, 昭和46年から昭和57年までの状況と r_m の関係式から求める を表わす。

方法。例えば、 $r_m \geq 30 \text{ mm/hr}$ の場合のそれは、 $r_e = 0.75 \ r_m + 0.13$ (9)

あるいは、 $r_m \geq 40 \text{ mm/hr}$ を超えることが予測される場合、対象流域の基準地点までに占める道路面積の5倍の値を有効流域面積 (A_e) ⁶⁾ とする次式から有効雨量に換算する方法。

$Q_p = 1/3.6 \ r_m \cdot A_e$ から $r_e = 3.6 \ Q_p / A_e \cdot r_m$ (10)

以上、各方法により求めた有効雨量 r_e のうち最大のもので、(1)式の T_p から各時刻の予測流量を推定する。

4. 適用例

予測モデルでは、集中型豪雨の洪水を予測することが最もむずかしい訳であるが、都市域にあっては、この種の洪水予測情報を最も必要としている。発生日点、区域の規模、時間的要素、移動性採用すべき降雨観測点等々、その選択、判断に窮するところである。ここでは、目黒川の東仲橋地点における昭和56年7月22日の集中型豪雨の事例を図-3に示す。

図中、10分間データの流域平均降雨を適用した場合と一地点降雨による場合を例示した。

当然なこととして、集中豪雨発生日点に近接する降雨データを使用した場合の適合性は良い。

しかし、集中型豪雨の流出予測は、長雨型の降雨状況による予測例に比べ、精度的な面など、まだまだ改良すべき点が多い。⁷⁾

また、梅雨など前線性に伴う集中豪雨の場合と雷雨性の集中豪雨の場合において採用する f_p の値などについても、検討する必要がある。雷雨型の場合の f_p は、概して小さい。

5. おわりに

東京都では、現在、総合的な治水対策の一環として各流域における流出抑制対策を実施している。将来、そうした各種流出抑制型都市施設の普及に伴ない、従来とは異なる流出現象の出現が予想される。そして、新たに現実的な流出係数等の推定法などの課題が生じ、予測モデルの修正も必要となっている。(参考文献)

- 1) 角屋、福島 (1976) 中小河川の洪水到達時間、京大防災研年報
- 2) 和泉 (1978) 都内中小河川のテレメータ化と洪水流出予測モデルの開発、第32回建技研
- 3) 和泉、米田 (1977) 都市化と河川流出変化の定量的分析、都技研報
- 4) 吉野 (1973) 合理式による洪水流量の算定についての提案、第27回建技研
- 5) 佐藤、和泉 (1984) 都市化と降雨強度別ピーク流出係数の関係について、第28回水理講演、6) 石川、佐藤、和泉 (1981) 都内中小河川の都市化に伴う流出率と洪水到達時間、第36回年講、7) 5) に同じ

表-1 目黒川流域の諸元

項目	対象流域面積 (Km ²)	河道長 (Km)	平均河道勾配	不浸透率率 (%)	下水道普及率 (%)	都市化数 Un
河川名						
目黒川	27.45	10.9	1/360	49 ~ 56	0 ~ 65	56 ~ 72

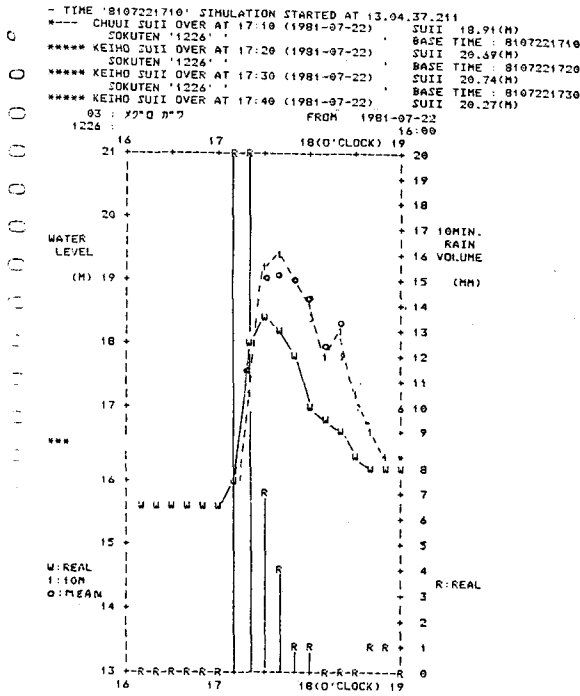


図-3 目黒川 (東仲橋付近) の流出予測ハイドロ