

名古屋市域におけるため池小流域の流出特性に関する研究

名古屋工業大学 学生会員 ○濱島瞳弥
名古屋工業大学 学生会員 屋上佳汰
名古屋工業大学 正会員 庄建治朗

1 はじめに

近年、我が国では短時間の局地的な豪雨が多発している。また都市域では土地利用の高度化によって流出特性が変化し、人口や資産の集中に伴い、水害によって甚大な被害が発生している。この被害を軽減するために策定する治水計画において、降雨流出現象の把握が重要となる。

それらの背景から本研究は名古屋市都市域における流出特性を把握し流出解析を行う研究とする。流出特性を把握するには流域からの流出量を算定しなければならないが、名古屋市により水位情報を管理されているため池を用いることで池からの流出を算定でき、かつ水位観測データから池に入ってくる流入量を算定できるのでため池を利用する。

そのためまず、ため池の堰にて流量を観測し、水位流量曲線を作成する。また、中小河川流域において高精度に再現が可能である XRAIN による降雨強度と流域諸元から流域における流出量を算定し、その特性の検討を行う。最後に流出解析を行い、降雨から流域の流出量の予測を試みた。

2 研究対象及び現地観測

(1) 流域設定

今回対象とする流域を設定する際に、名古屋市によりため池の水位観測がされているという点と、流出堰にて流量を観測可能という点から神沢池と鳴子池をそれぞれ最終流下点とする流域を対象とした。それぞれの流域については、名古屋市東部地域では分流式下水道を採用しているため雨水管路図と標高図を用いて流域図を作成した。

(2) 流域諸元

今回の対象地は、扇川上流部に位置する神沢池流域と、藤川流域中流部に位置する鳴子池流域である。神沢池の諸元として洪水貯水容量 73140m³、流域面積 1.043km²、鳴子池は洪水貯水容量 30880m³、流域面積 2.039km² である。図-1 に池の所在地を示す。それぞれの土地利用としては、ほとんどが住宅地であり、神



図-1 神沢池と鳴子池の位置

沢池流域には森林、鳴子池流域にはため池や公園等がある。

(3) 観測方法

池の流出堰にて三次元電磁流速計を用い流速を計測し断面積と掛け合わせることで、観測時における流量を算定した。以上の方法で2014年7月~10月、2018年6月~2021年12月の期間に繰り返し観測を行った。¹⁾ この結果から水位と流量の関係式を二次式と仮定し、最小二乗法から水位流量曲線を作成した。

ため池の水位データについては名古屋市の緑土木事務所が観測している1分毎の水位データを用いる。

3 流出特性の検討

(1) 降雨について

今回の流出解析を行うための雨量データは、データ統合・解析システム DIAS によってまとめられた XRAIN データを使用していく。XRAIN データは、250m メッシュごとに1分間隔で0.1mm/h 単位で降雨強度を観測している。

今回は2021年5月から9月における10個の降雨イベントを対象とする。一部の降雨イベントを表-1に示す。

表-1 一部の対象降雨イベント(神沢池)

降雨番号	対象日	最大降雨強度(1分間隔)	降雨継続時間	総雨量
		(mm/h)	(min)	(mm)
①	2021/6/25	82.3	87	51.5
②	2021/7/12	139.8	101	39.0
③	2021/8/13	36.2	1220	53.8
④	2021/9/17~18	33.5	1242	47.5
⑤	2021/9/26	24.9	730	39.0

(2) ため池への流入量の算定

本研究での流域の流出量、つまりため池への流入量の算定には、ため池の流出量と水位変化から以下の式で算出した。

$$Q'_{in} = \frac{V(h(t)) - V(h(t-T))}{T \times 60} + \frac{\sum_{i=0}^{T-1} Q_{out}(h(t-i))}{T} \quad (1)$$

$$Q_{in} = \frac{\sum_{i=-n}^n Q'_{in}(h(t+i))}{2n+1} \quad (2)$$

ここに Q_{in} : ため池への流入量(m^3/s), Q'_{in} : 仮想流入量(m^3/s), Q_{out} : 水位計 H における H-Q 曲線式から求めたため池の流出量(m^3/s), V : ため池容量(m^3), T : 貯水位変化に要した時間(分), h : ため池の水位(m), $2n+1$: 平滑サンプリング数である。

(3) 流達時間と流出係数の算定

各降雨イベント時の流域平均ハイドログラフ・ハイドログラフにおけるピークの起時と流量のピークの起時の差の2倍を流達時間とし、流出量を流域面積で除して流出高を算出し、ピークの流出高と流達時間内の平均降雨強度との比を流出係数とした。各降雨イベントの実測値と図-2 には中小河川の洪水到達時間の推定式である角谷・福島²⁾の式と都市下水道の計画で用いられる流入時間と流下時間の和の推定値³⁾を、図-3 には参考文献³⁾をもとに土地利用から算定した流域の総括流出係数を示す。

流達時間については降雨強度との強い関連は見られなかったが、神沢池において中小河川や下水道で予想される流達時間と同様の結果が得られた。流出係数は

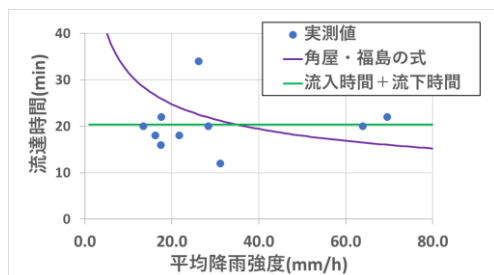


図-2 各降雨イベントでの平均降雨強度と流達時間(神沢池)

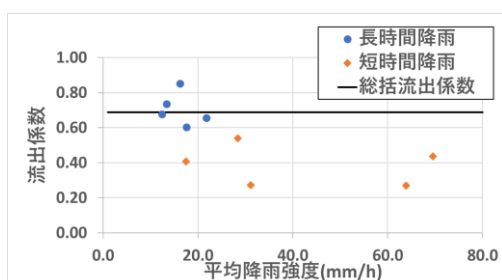


図-3 各降雨イベントでの平均降雨強度と流出係数(神沢池)

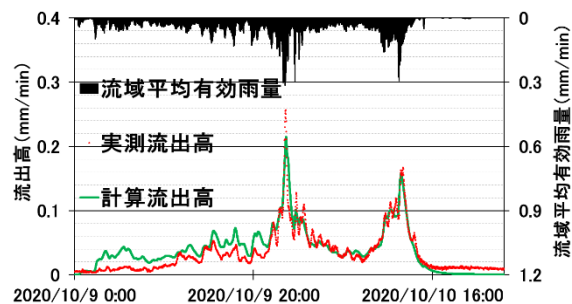


図-4 2020年10月9日から10日における解析結果(神沢池)

降雨継続時間が長い降雨イベントに関しては総括流出係数に近い結果となった。対象流域は分流式下水道が整備されているため、流域の降雨流出の多くがため池へ流入していると考えられる。

4 流出解析

調査から得られた流出係数を降雨強度に乗じて有効降雨を算出し、図-4にて2020年10月9日から10日の出水に対する流出解析を行った。本研究では、以下の星ら⁴⁾の開発した有効降雨を用いた貯留関数モデルを用いた。

$$s = k_1 q^{p_1} + k_2 \frac{dq^{p_2}}{dt} \quad (3)$$

$$\frac{ds}{dt} = r_e - q \quad (4)$$

ここに s : 貯留高(mm), r_e : 流域平均有効雨量(mm/min), q : 直接流出高(mm/min), k_1, k_2, p_1, p_2 : モデルパラメータである。

一般に1時間間隔や、10分間隔で用いられることの多い貯留関数法であるが、流域面積が 1km^2 と極めて小さく降雨流出応用の早い流域においても、1分間隔での適用によって再現性が確認できた。

本研究では、国土交通省が提供する XRAIN 合成雨量データを利用した、またこのデータセットは、文部科学省の補助事業により開発・運用されているデータ統合システム(DIAS)の下で、収集・提供されたものである。

参考文献

- 1) 古田悠二：都市域のため池を用いた流出解析，名古屋工業大学修士論文，2021。
- 2) 角屋陸・福島晟：中小河川の洪水到達時間，京都大学防災研究所年報.B, 19巻，pp.143-152，京都大学防災研究所，1976。
- 3) 日本下水道協会：下水道施設計画・設計指針と解説 前編 2019年版，2019。
- 4) 星清・山岡勲：雨水流法と貯留関数法との相互関係，第26回水理講演会論文集，pp.273-278，土木学会，1982。