

都市部ため池流域における流出特性

名古屋工業大学 学生会員 ○古田悠二
名古屋工業大学 正会員 庄建治朗

1 はじめに

治水対策を講じるには、あらかじめ降雨時に雨量がどのくらい河川へ流出するのかを把握する必要がある。流出量の推定には、雨量データを流出モデルに入力して流出量を算定する流出解析が行われる。モデルパラメータの同定には既往洪水データが用いられるため、各種水文データの観測精度を確保することは非常に重要である。

都市化による土地利用の変化だけでなく、我が国では西日本を中心に被害をもたらした平成30年7月西日本豪雨や、福岡県、大分県を中心に大規模な土砂災害が発生した平成29年7月九州北部豪雨等、局所的な集中豪雨が多発している。

名古屋市には17世紀以降に新田開発のために築造されたため池が現在も残っている。特に緑区では多くのため池が現存しており、洪水調節や緑地・公園の一部として利用されているところがある。¹⁾

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するための研究とする。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、ため池を用いることで池からの流出を計測することが容易になり、かつ名古屋市が1分間隔にて池の水位を観測しているため水位観測データから池に入ってくる流入量を逆算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測り水位流量曲線を作成する。また、XRAINによる降雨強度と流域諸元から流出モデルを用い、ため池への流出量を算定する。そしてそれらと比較することで流出解析につながる。

2 H-Q 曲線作成のための現地観測概要

2-1 流域諸元

今回対象とする流域は名古屋市緑区に位置する神沢池流域である。神沢池の諸元として、池面積9854m²、流域面積1.02km²である。図2.1に池の所在地を示す。元々は田畑の灌漑を目的に作られた。

2-2 観測方法

さまざまな水位について、池の流出堰にて流速計を用い流速を計測し、断面積と掛け合わせ流量を算定していく。水位については名古屋市の緑土木事務所が観測している1分ごとの水位データを用いる。

3 H-Q 曲線の作成

現地観測による結果からH-Q曲線を作成していく。観測地である神沢池の流出堰は複断面形状となっていて堰での水位Hが0.45mを超えると複断面形状となる。そのため堰での形状が変化していくごとにH-Q曲線を作成する必要がある。

H-Q曲線については最小二乗法による回帰式から求めていくものとする。流量の平方根と水位の関係を式(3.1)と近似し、その近似式の両辺を二乗するという方法で求めていくものとする。以上の方法により算定されるH-Q曲線の一般式を式(3.2)に示しておく。

$$\text{流量の平方根と水位の関係式: } Q^{1/2} = aH + b \quad (3.1)$$

$$\text{H-Q 曲線式: } Q = a^2 H^2 + 2abH + b^2 \quad (3.2)$$

ただしQ: 流量(m³/s)、H: 越流水深(m)、a・b: 係数である。流量の平方根と水位の関係を図3.1に、H-Q曲線式を図3.2に示す。

4 流出量の算定

4-1 降雨について

降雨情報としては地上雨量計の計測値とXRAINデータによるものがあるので比較を行う。地上雨量計については設置観測所での降水量を計測し10分間隔にて0.5mm単位で観測しているのに対しXRAIN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。図4.1より地上雨量と10分雨量ではあまり差がないので、より細かく計測しているXRAINのデータを採用する。

4-2 流出モデルについて

本研究の流出モデルには合成合理式を用いる。合成合理式による流出計算を行う上での基礎式は式(4.2.1)である。ここで合成合理式を用いる際に流出係数fと洪水到達時間Tの二つのパラメーターが必要になる。合理式の流出係数は、ピーク流量に寄与する到達時間内の降雨の流出率を示し、土地利用によって異なる。対象流域は一般市街地が約80%広がっており、森林や農地が一部広がっていることから河川砂防技術基準²⁾を参考に今回はf=0.77とする。次に洪水到達時間Tは、土研式による求め方を使用した。洪水到達時間は、流域の最遠点に降った雨が流域下端地点に達するまでに要する時間であるので、流域最遠点までの距離Lとその地点までの平均勾配Sによって決定され、式(4.2)で求められる。

$$\text{合理式: } Q = frA/3.6 \quad (4.2.1)$$

$$T = 0.00024(L/S^{1/2})^{0.7} \quad (4.2.2)$$

ただし、Q: 対象地点での河川流量(m³/s)、r: 到達時間T内の平均降雨強度(mm/h)、A: 流域面積(km²)、T: 洪水到達時間であり本流域では7分とした。2018年7月28日から10月3日までの約2か月間の間で、神沢池の水位が上昇している日にちである図4.2.1に示す①から⑦までの期間を今回の解析データとしその中でも水位の高かった②④⑤⑦について図4.2.2にハイドログラフを示す。また図4.2.3に合理式による総流出量と池への総流入

量の関係を示す。流出量と流入量を比較すると、降雨後の流入量の下がり方が穏やかであることがうかがえる。総流出量については池への流出が多いことがうかがえる。

5 まとめ

本研究では名古屋市緑区にある神沢池について流出解析を行った。水位流量の関係については高水時の観測を行えたため、精度の高いものとなった。ハイドログラフからは流域自体の貯留効果があることが分かった。また流出モデルによる合理式による総流出量と池への総流入量を比較すると互いにより関係であると思われるが、合理式による流出量が若干多い。これは池の流出堰以外からも流出している可能性が高いと考え今後の課題とする。

参考文献

- 1) 内田和子：名古屋市におけるため池の保全・活用に関する考察，2008
- 2) 国土交通省：河川砂防技術基準調査編第3章水文解析 第2節流出解析



図 2.1-神沢池と扇川の所在地

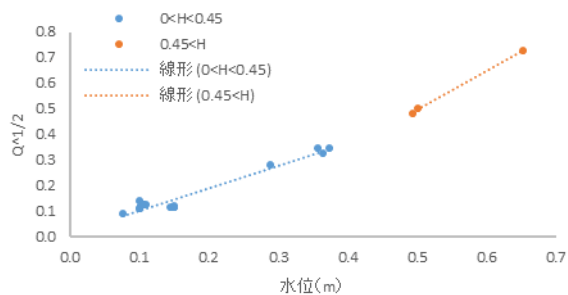


図 3.1-流量の平方根と水位の関係

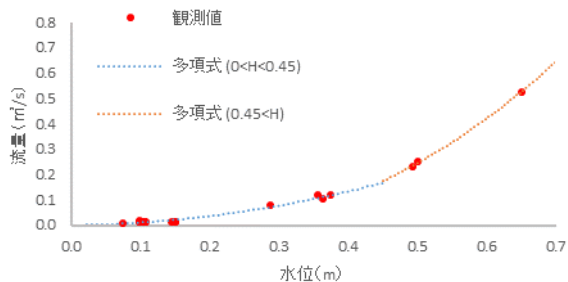


図 3.2-H-Q 曲線式

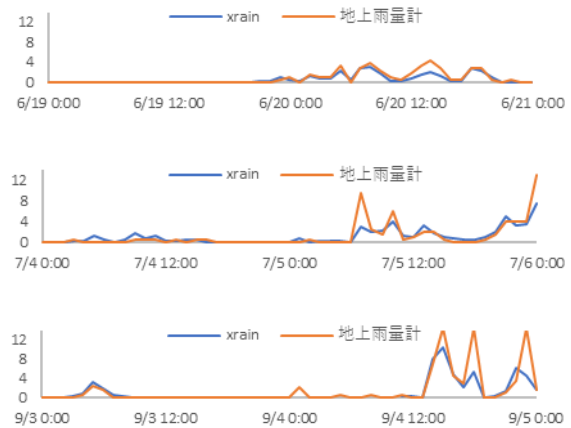


図 4.1-地上雨量と XRAIN データの比較

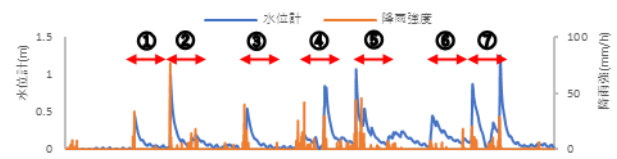


図 4.2.1-対象期間

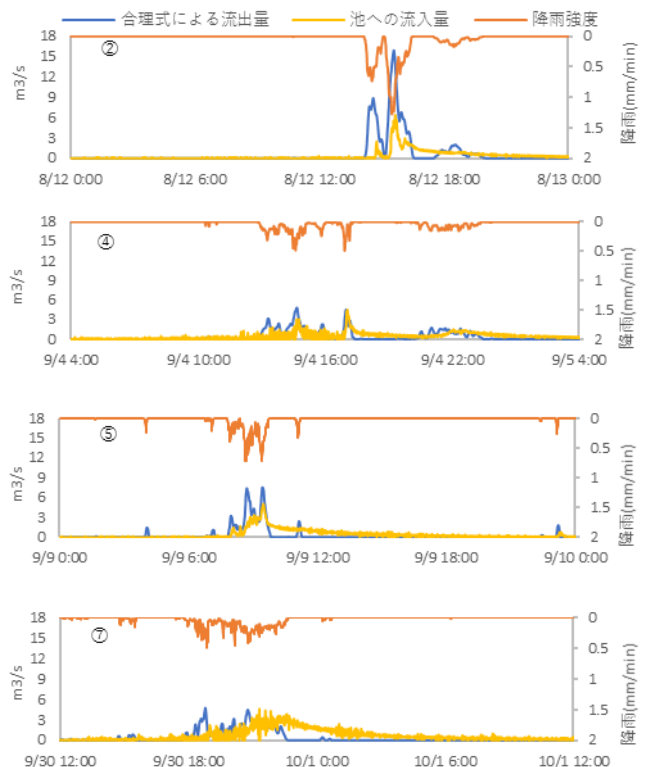


図 4.2.2-ハイドログラフ

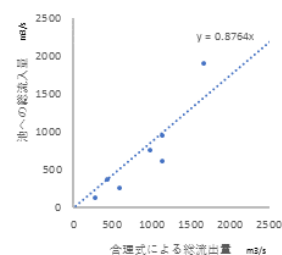


図 4.2.3-合理式による総流出量と池への総流入量の関係