

# 山崎川流域における降雨時の流出特性に関する研究

指導教員 庄建治朗 助教

後藤宏輔

**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。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。被害を軽減するためには、ハード面とソフト面を組み合わせた治水対策が求められる。そのためには、降雨によって河川の水位・流量がどのように変化するかを知っておく必要がある。

本学のある愛知県名古屋市においても、たびたび豪雨に襲われ、市内を流れる中小河川流域で水害が発生しており、その対策が必要となっている。

以上の背景の下、本研究では市内の代表的な中小河川の一つである山崎川とその流域に着目し、そこに水位計を設置して水位の観測を行った。その結果をもとに水位から流量を算定し、降雨時の水位・流量の変化を調べた。そして流出解析を行い、測定しやすい雨量から測定が困難な河川の流量を予測することを試みた。

**2. 現地観測** 現地観測は山崎川の上流部にあたる名古屋市昭和区、市営地下鉄川名駅付近の神戸橋から中橋の間で2012年9月末から11月末の約2か月間にわたって行った。この区間に半埋没固定型的水位計(応用地質株式会社製 S&DL mini)を複数個設置し一定間隔で水位を自動計測した。また、水位計設置場所ごとに横断面の形状と河床高の測量を行った。水位から流量の算定にはマンニング式を変形した式(1)を用いた。

$$Q = \frac{1}{n} \frac{A^{5/3}}{S^{2/3}} I^{1/2} \quad (1)$$

ここに、 $Q$  : 流量( $m^3/s$ )、 $n$  : 粗度係数( $m^{1/3}s$ )、 $A$  : 通水断面積( $m^2$ )、 $S$  : 潤辺( $m$ )、 $I$  : 水面勾配。なお、粗度係数については、降雨時に電磁流速計(JFEアドバンテック株式会社製 AEM1-D)を用いて計測した流速から連続式で算定した流量と、式(1)を用いて算定した流量とが最もよく合う $n = 0.0363$ とした。

本研究で対象となる流域には計3か所に雨量観測所が存在する。そこで、流域平均雨量はそれぞれの雨量観測所の10分雨量データからティーセン法を用いて求めた。水位観測期間内に発生した降雨のうち、本研究で対象とするイベントは6つあり、それらを降雨①、降雨②、…、降雨⑥とし、ティーセン法を用いて算定した流域平均雨量の10分最大雨量と総雨量を表-1に示す。

各降雨イベント時の流量を流域面積で除して流出高に変換し、そのハイドログラフから直接流出成分



図-1 対象流域

表-1 対象とする降雨

降雨番号	月日	10分最大雨量 (mm/10min)	総雨量 (mm)
①	9月30日	10.2	90.2
②	10月17日	2.5	32.9
③	10月22日～23日	4.7	36.6
④	10月28日	3.4	18.4
⑤	11月11日	1.3	15.1
⑥	11月17日	3.3	32.4

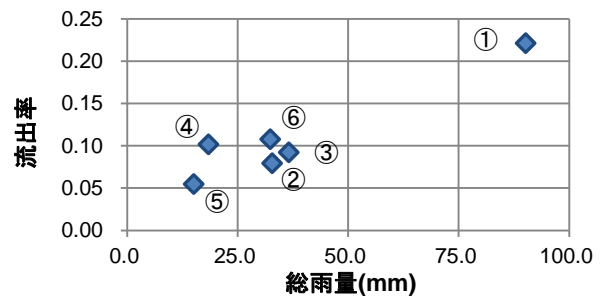


図-2 総雨量と流出率

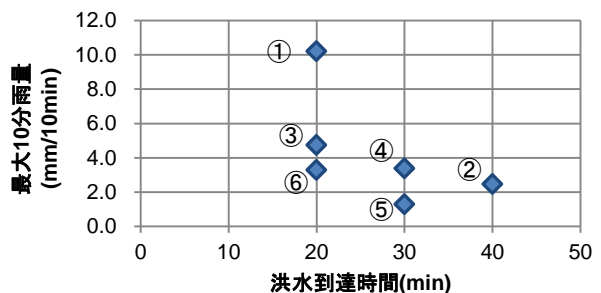


図-3 洪水到達時間と最大10分雨量

を分離することで流出率を算定した。すると、流出率は0.05~0.22となり一般的な都市流域のそれと比

べて全体的に低い値となった。対象流域の大部分には合流式下水道が整備されており、雨水の一部が下水管を通して流域外に運ばれている。したがって河川への流出は減り、その結果として流出率の値が小さくなったと考えられる。イベントごとの総雨量と流出率の関係を降雨番号とともに図-2に示す。この図より、一雨での総雨量が増加するにつれて流出率の値も大きくなる傾向がみられるが、同程度の総雨量でも流出率に若干違いがある。これは先行晴天日数、降雨強度や降雨継続時間等の違いによるものと思われる。

観測によって得られた各降雨イベントのハイドログラフとハイトグラフから、累積雨量が3.0mm前後に達すると水位・流量の増加が始まることが分かった。ここで、イベントごとの雨量と流量のピーク発生時刻の差(洪水到達時間)と最大10分雨量の関係を降雨番号とともに図-3に示す。洪水到達時間は約20~40分で、非常に短いといえる。図-3から最大10分雨量が多くなると洪水到達時間は短くなると思われるが、データの数でなく、雨量の最小観測単位が10分であるため、詳細には把握できず、傾向をつかむにとどまっている。

**3. 流出解析** 各降雨イベントによる出水に対して流出解析を行った。本研究では、入力(有効雨量)と応答関数による出力(流出高)が簡潔な線形モデルの一つである単位図法を用いて流出計算を行った。単位図には図-4のように、流出開始から30分後にピークが訪れその後指数関数的に減衰する単位図を仮定した。ここでは、6つある降雨イベントのうち、対象降雨の中で最も総雨量が多く90mmを超えた降雨①、総雨量が約37mmの降雨③、総雨量が対象降雨の中で少ない部類の降雨④の3イベントに着目する。各イベントに対する流出高ハイドログラフをハイトグラフとともにそれぞれ図-5、図-6、図-7に示す。

いずれのハイドログラフも、ピーク付近で流出高の計算値が実測値を若干下回っているものの、全体的に両者の間に大きな差はほとんど見られず、ハイドログラフ全体を比較的良好に再現できていることが分かる。

**4. おわりに** 名古屋市内を流れる中小河川の一つである山崎川に水位計を設置し、降雨時の水位(流量)の変化を調べることで、対象流域におけるいくつかの流出に関する特性を把握することができた。また、単位図法を用いて流出解析を行うことで、流域内で観測された雨量から河川の流出高(流量)をある程度再現できた。今後は、より高い信頼性を得るために、降雨時の流量観測を行い、引き続き雨量や水位のデータを収集する必要がある。

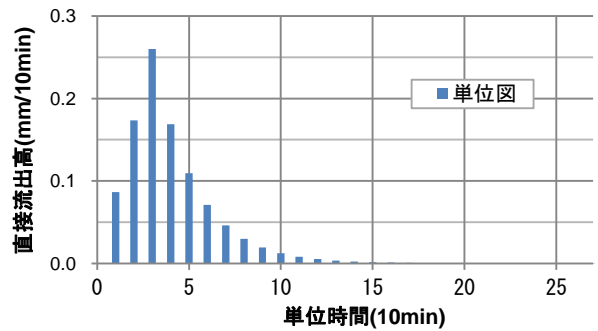


図-4 単位図

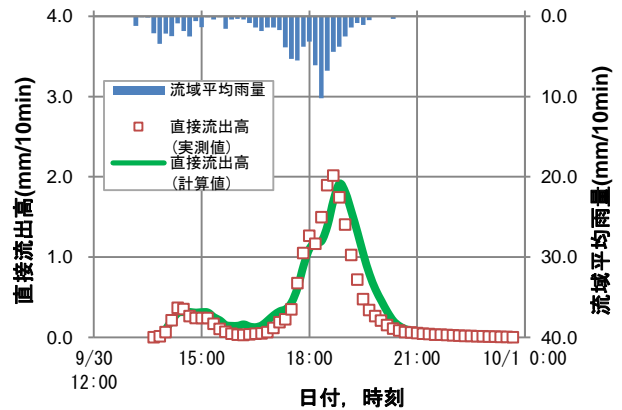


図-5 流出高ハイドログラフ(降雨①)

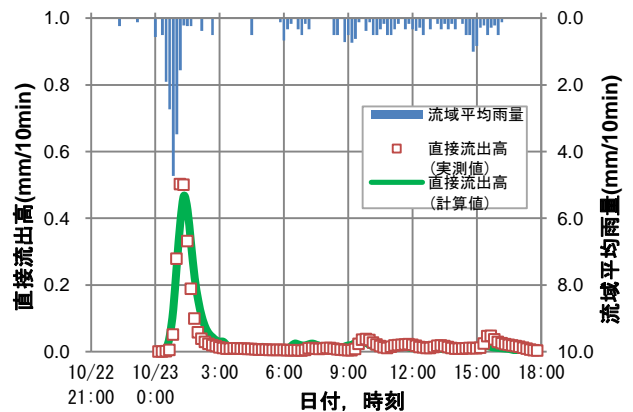


図-6 流出高ハイドログラフ(降雨③)

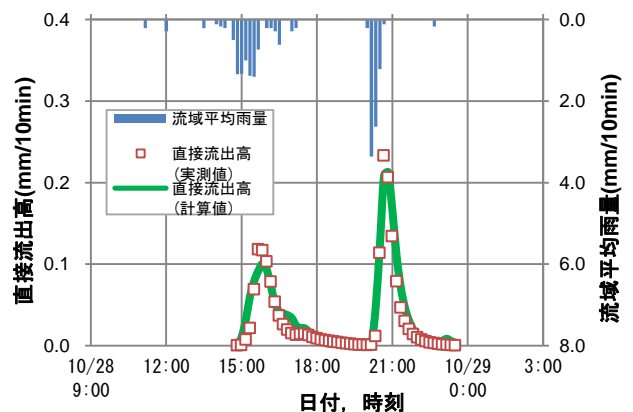


図-7 流出高ハイドログラフ(降雨④)

**参考文献**

- 1) 筒井健吾:山崎川における降雨時の汚染負荷量に関する研究, 名古屋工業大学修士論文, 2012