

II-38 防災調節池を考慮した都市河川の洪水流出解析

国土館大学工学部	正会員	北川 善廣
早稲田大学理工学部	正会員	鮎川 登
早稲田大学大学院		真保 敏一
鹿児島県庁		佐多 悦成

1 はじめに

都市河川の治水計画では、基本高水を河川と流域で分担し、それぞれの分担量を河川の治水整備や流域での流出抑制策などによって処理する考え方がとられている。流出抑制策としては防災調節池を設置することが多いが、都市河川の基本高水の一部を流域で分担するものとして防災調節池を位置づけるためには、河川に対する防災調節池の洪水調節効果を算定することが必要である。ここでは、線形貯水池モデル、タンクモデルおよび防災調節池モデルを組み合わせた流出モデルにより流出計算を行い、防災調節池の洪水調節効果を検討した結果について述べる。

2 流出モデル

都市河川の流域を地形、本川、支川、排水路、下水道などを考慮して小流域に分割し、各小流域からの河道への流出点を定める。そして、各小流域からの流出を計算し、流出点へ流出させ、合流させながら河道を伝播させて所定の地点における流量を算出する。

都市河川の流域は山林、畑、水田および宅地などで構成され、宅地には宅地開発に伴う洪水ピーク流量の増大を低減させるために数多くの防災調節池が設置されている。このような複雑な土地利用状態にある流域からの洪水流出を、図1に示すような2段の線形貯水池モデルと3段のタンクモデルおよび防災調節池モデルを組み合わせた流出モデルを用いて計算することを試みる。概念的には、直接流出および中間流出を線形貯水池モデルで、地下水流出をタンクモデルで算出するものと考え、流出率を f として雨量 R のうち $f \cdot R$ を線形貯水池モデルの入力とし、 $(1-f) \cdot R$ をタンクモデルの入力として流出計算を行う。流出率 f および線形貯水池モデルの貯留係数 K は土地利用形態ごとに定め、タンクモデルの構造は土地利用形態によらずに同一とする。

防災調節池が設置されている地域からの流出計算は、次のように行う。小流域内の防災調節池について集水面積を重みとして貯水面積、放流孔の直径および集水面積の平均値を求め、それらの平均値を諸元としてもつ防災調節池を小流域の防災調節池の代表と考える。そして、代表の防災調節池の集水区域からの流出量を計算し、それに対して洪水調節計算を行い、代表の防災調節池からの流出量を求め、それに小流域内の防災調節池の全集水面積と代表の防災調節池の集水面積の比を乗じたものを、その小流域の防災調節池の集水区域からの流出量とする。

各小流域において土地利用形態ごとに流出量ハイドログラフを計算し、それらの和を求め、各小流域からの流出量ハイドログラフとする。そして、最上流の小流域からの流出量ハイドログラフを一つ下流の流出点まで洪水流の伝播速度 ω で伝播させ、その流出点への流出量ハイドログラフと重ね合わせ、その流出点における流量ハイドログラフを求める。以下順次この計算を繰り返し、各小流域からの流出量を合流させていき、所定の地点における流量ハイドログラフを求める。

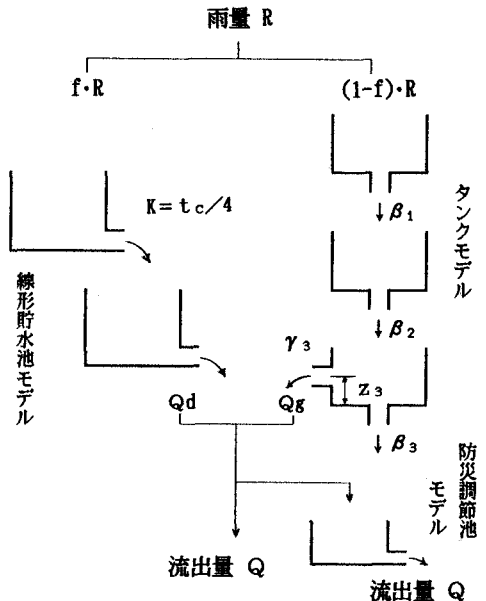


図1 流出モデル

3 流出計算例

上述した流出モデルをA川に適用した結果について述べる。A川の流域面積は 27 km^2 、流路延長は 12 km で、流域の土地利用状況は山林 22% 、畑 10% 、水田 3% 、宅地 65% である。流域には 53 の防災調節池が設置されており、流域面積に占める防災調節池の集水面積の割合は 15% （全宅地面積に占める割合は 22% ）である。流域を図2に示すように 10 の小流域に分割する。各小流域における防災調節池の設置状況を表1に示す。

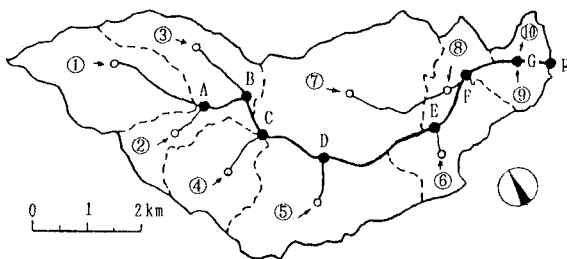


図2 流域分割図

この流出モデルには、パラメータとして流出率に関する f_1, f_2, R_c 、貯留係数に関する流域斜面の等価粗度 N 、タンクモデルの浸透孔の係数 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ および流出孔の係数 γ_3 と高さ z_3 が含まれるが、これらの値は試行錯誤により表2に示すような値とした。

2つの出水事例について流出計算を行い、流量観測地点Hにおける流量ハイドログラフの計算値と観測値を比較して図3および図4に示す。なお、図中には防災調節池が設置されていないものとして流出計算を行った結果も示した。防災調節池がある場合とない場合の流出計算の結果を比較することにより防災調節池の洪水調節効果の評価することができる。

図3および図4によると、流量ハイドログラフの計算値と観測値はほぼ一致していることがわかる。また、防災調節池の設置による洪水ピーク流量の低減率はそれぞれ 0.12 および 0.16 であり、A川の場合には流域面積に占める防災調節池の集水面積の割合にほぼ等しくなっていることがわかる。

表1 防災調節池の設置状況

小流域番号	流域面積 (km^2)	設置数	流域面積に占める集水面積の割合 (%)	宅地面積に占める集水面積の割合 (%)
①	3.88	13	37.1	51.4
②	1.64	17	39.4	47.2
③	2.59	8	13.5	14.9
④	2.44	5	23.2	37.0
⑤	4.65	3	8.8	16.9
⑥	2.24	1	1.9	3.9
⑦	6.42	5	6.2	10.6
⑧	1.25	-	-	-
⑨	0.62	-	-	-
⑩	0.91	1	1.1	1.4
計	26.64	53	14.5	22.3

表2 流出計算に使用したパラメータの値と斜面諸量

土地利用の形態	流出率			等価粗度 N	斜面長 L (m)	斜面傾斜角 θ (rad)
	f_1	f_2	$R_c(\text{mm})$			
山林	0.15	0.30	100	0.3	30~155	0.1
畑	0.15	0.35	50	0.2	20~90	0.02~0.056
水田	-	1.00	20	1.0	45~320	0.005~0.02
宅地	-	0.60	-	0.007	20	0.01
タンクモデルの係数				$\beta_1 = 0.075, \beta_2 = 0.015, \beta_3 = 0.005$ $\gamma_3 = 0.05, z_3 = 30 \text{ mm}$		

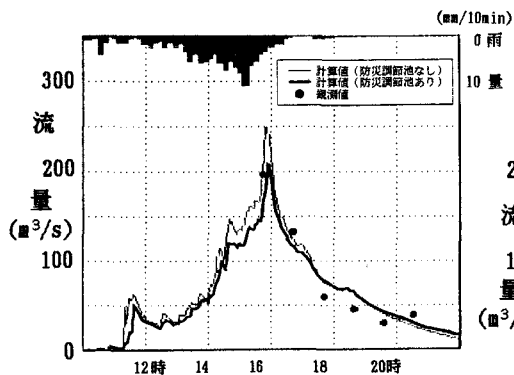


図4 流出計算例（出水2）

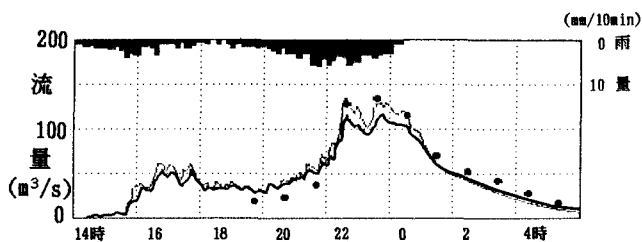


図3 流出計算例（出水1）

4 おわりに

本研究の遂行にあたり、貴重な資料を提供して下さいました関係各位に謝意を表します。