

早稲田大学理工学部 正会員 鮎川 登
 国士舘大学工学部 " " 北川 善廣
 日本鋼管 " " 北島 久雄

1. はじめに 流域の都市化が流出過程におよぼす主な影響としては浸透域の減少と洪水到達時間の短縮の二つが考えられる。したがって、都市化による洪水流出量の変化を推定するための流出モデルはこの二つの影響を考慮しうるものであることが必要である。橋本長谷川は浸透域の減少の影響を貯留関数法¹⁾の有効雨量の算定法にしたがい流出率と飽和雨量で評価し、洪水到達時間をベータ²⁾分布型貯水池モデルを用いて鶴見川の流出解析を行なっている。ここでは、橋本の流出モデルを若干変更したモデルにより鶴見川の流出計算を行った結果について述べる。

2. 鶴見川の概要 鶴見川は東京都町田市に源を発し、横浜市鶴見区で東京湾に注ぐ長さ42.3 km、流域面積235 km²の河川である。標高80~170 mの丘陵部が分水界をなし、流域の70%が丘陵、台地、30%が沖積平野になっている。鶴見川流域は東京、川崎、横浜という大都市に近く、鉄道網が縦横にはりめぐらされており、かつ地形が宅地開発の容易な丘陵、台地、平地であるため、昭和40年以降急激に宅地開発が進められた。流域面積に占める市街地・宅地の割合は昭和33年10%、昭和41年20%、昭和50年60%となり、近い将来80%に達することが予想されるようになっている。

3. 流出モデル 流域を主に支川に対応して小流域に分割し、各小流域について流出計算を行なう。各小流域からの河道への流出点の間の河道区間は洪水の伝播速度により伝播させ、流出点でそこに流出する小流域からの流出量を合流させる。

3-1. 有効雨量の算定 橋本長谷川と同様、貯留関数法による有効雨量の算定法を用いる。

$$\Sigma R < R_{sa} \text{ の場合 : } R_e = f_1 R, \quad \Sigma R > R_{sa} \text{ の場合 : } R_e = R \quad (1)$$

ここで、 R は雨量、 ΣR は累加雨量、 R_e は有効雨量、 R_{sa} は飽和雨量、 f_1 は一次流出率である。 f_1 および R_{sa} の値を変えることにより土地利用状況が浸透による降雨の損失におよぼす影響を評価する。

3-2. 流出計算 橋本長谷川は一段の線型貯水池モデルを用いているが、ここでは、二段の線型貯水池モデルを用いた。二段の線型貯水池モデルの単位関数 $u(t)$ は次式で与えられる。

$$u(t) = \frac{t}{K^2} \exp\left(-\frac{t}{K}\right) ; \quad K = \frac{t_c}{4} \quad (2)$$

ここで、 K は係数、 t_c は雨水の到達時間である。

橋本長谷川は t_c の算定に角屋らの式を用い、一雨に一つの雨水の到達時間に対応させているが、ここでは、kinematic wave法により各単位継続時間の降雨ごとに到達時間を算定した。小流域の長さを L 、勾配を $\tan \theta$ とすると、斜面の最上流端に降った雨が河道に到達するまでに要する時間(雨水の到達時間)は kinematic wave法によると次式で与えられる。

$$t_r > t_c : t_c = \left(\frac{NL}{\sqrt{\sin \theta}} \right)^{\frac{3}{5}} r_e^{-\frac{2}{5}}, \quad t_r < t_c : t_c = t_r + \frac{L - \frac{\sqrt{\sin \theta}}{N} r_e^{\frac{2}{3}} t_r^{\frac{5}{3}}}{\frac{\sqrt{\sin \theta}}{3N} (r_e t_r)^{\frac{2}{3}}} \quad (3)$$

ここで、 t_r は降雨の継続時間、 N は流域斜面の等価粗度である。 N の値を変えることにより土地利用が洪水到達時間におよぼす影響を評価する。

3-3. 洪水波の河道伝播計算 橋本・長谷川は kinematic wave 法に基づき、 $C = dQ/dA$ (C は伝播速度、 Q は流量、 A は流水断面積)により伝播速度を計算しているが、ここでは計算を簡単にするために、 $C = \frac{2}{3}v$ (v は平均流速)により伝播速度を求めた。平均流速 v は流れは等流であるとして Manning の公式により算出した。そして、各時刻における流量が河道区間を流下する Δ に要する時間を求め、その分ハイドログラフの時間をずらして、新たに河道へ流入してくる流量とたし合わせた。

4. 計算結果 流出計算は鶴見川流域を20の小流域に分割して行った。本流出モデルに含まれるパラメータのうち等価粗度、一次流出率および飽和雨量は石崎・佐合・長谷川²⁾によ、と与えられた値に準じた値を用いた(表1)、河道の粗度係数の値は本川下流は0.035、上流は0.04、支川は0.045とした。計算結果を図1~4に示す。

表-1 計算に使用したパラメータ値

	山地	畑地	水田	市街地
N	0.5	0.3	2.0	0.03
f_i	0.5	0.15	0	0.8
$R_{sa} (mm)$	165	200	50	55

5. おわりに 本研究で提示した流出モデルを鶴見川に適用した結果、本流出モデルにより流域の開発による洪水流出量の変化を予測しうる目途がたつた。今後は、流域の分割法およびパラメータ値についてさらに検討するとともに、他の河川についても本流出モデルを適用し、その適用性について検討するつもりである。

本研究の遂行にあたり、種々ご教示下さった建設省土木研究所水文研究室石崎勝義室長に謝意を表します。貴重な資料を提供していただいた建設省京浜工事事務所の方々に感謝します。資料整理に協力していただいた早稲田大学理工学部土木工学科学生猪飼京思(現三井建設)および玉置剛(現国土開発)の両氏に謝意を表します。

(参考文献) 1) 橋本・長谷川：土地利用を評価する流出モデル，土木技術資料，14-5，1977

2) 石崎・佐合・長谷川：都市化による流出変化とその抑制について，土木学会第33回年講，1978

図-1 昭和46年8月3日出水

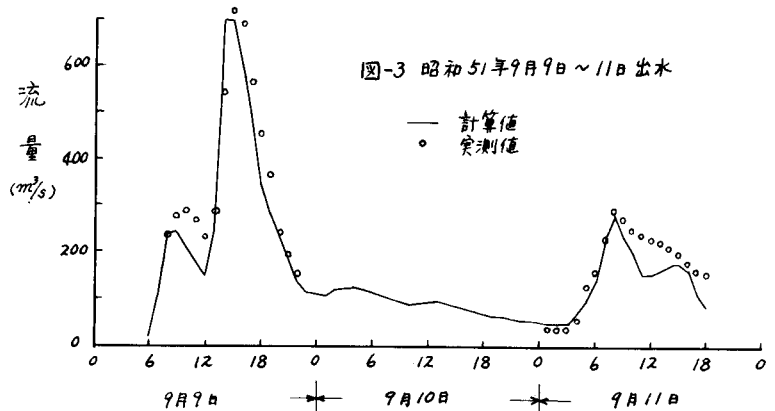
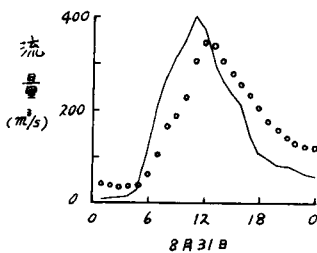


図-2 昭和47年7月15日~16日出水

