

東川流域における表層浸透能の変化を考慮した洪水流出解析

明星大学理工学部

正会員 ○藤村 和正

東京都立大学大学院工学研究科 フェロー

安藤 義久

1. はじめに

洪水流出解析を精度よく行うためには、降雨強度の時間的変化を考慮して浸透能を評価し、有効降雨を正確に算定する必要がある。これまでの洪水流出モデルでは有効降雨の算定に降雨強度の時間的変化を考慮しているものは少ない。近年、降雨強度の時間的変化を考慮して浸透能を計算する雨水浸透モデルが Diskin and Nazimov^{1), 2)}により提案された。本研究では、この雨水浸透モデルを有効降雨の算定に用い、Kinematic wave 法による雨水流計算と組み合わせた洪水流出解析を埼玉県所沢市内の東川流域を対象に行い、その適合性について検討する。

2. 対象流域と洪水流出モデル

(1) 流域の概要とモデル化

東川は、狭山丘陵地内の狭山湖付近を源流とし、中流部付近で所沢市街地を貫流し、下流端で柳瀬川に合流し、その流域面積は 17.5km²である。流域内の 3 地点に雨量計が設置されており、また、上流、中流、下流の各地点に流量観測堰が設置されており、流域内の雨量、水位を常時測定している。図 1 は流域の概要図である。雨水流計算を Kinematic wave 法で行うため、流域を 9 つのブロックに分割し図 2 に示すようにモデル化した。流域内の土地利用は、1/2500 の地形図に 2.5cm のメッシュを引き、交点法により読み取った。表 1 には、それぞれ上流堰、中流堰、下流堰までの土地利用別面積率と流域面積を示す。

(2) 表層浸透能の変化を考慮した雨水浸透モデル

有効降雨の算定には、降雨強度の変化を考慮して浸透能を計算できる Diskin and Nazimov^{1), 2)}が提案した雨水浸透モデルを用いる。本モデルでは浸透能とは別に実際の浸透量を設定し、降雨強度と表層土壌の浸透能との関係により実浸透量と直接流出量を次式により算定する。

$$\text{if } R(t) \leq f(t) \quad \text{then } q(t)=R(t) \text{ and } y(t)=0$$

$$\text{if } R(t) > f(t) \quad \text{then } q(t)=f(t) \text{ and } y(t)=R(t)-f(t)$$

ここに、 $R(t)$: 降雨強度、 $f(t)$: 浸透能、 $q(t)$: 実浸透量、 $y(t)$: 直接流出量、 t : 時間。

また、土壌の表層水分保留量の増加に反して浸透能は減少する関係を線形的に表していること、モデルパラメータが少ないことなどがこのモデルの特徴である。本モデルの実際現象に対する検討は、散水型浸透計を用いて藤村、安藤等^{3), 4)}により行われている。

(3) 雨水流計算

雨水流計算は、Kinematic wave 法によりブロック化した流域の斜面流と河道流の計算を行う。数値解析法としては差分法を適用する。なお、斜面の等価粗度の値は試算の結果 $N=0.020$ を用いることとする。また、河道の粗度係数の値は、 $n=0.025$ を用いる。

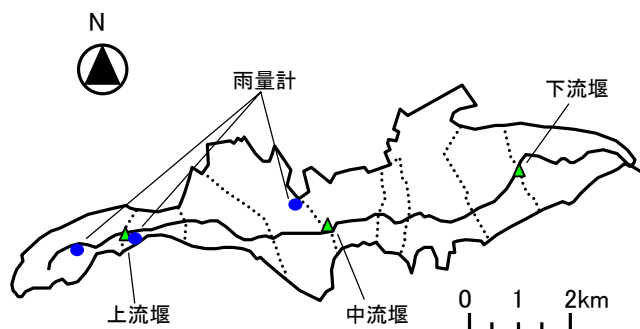


図 1 東川流域の概要図

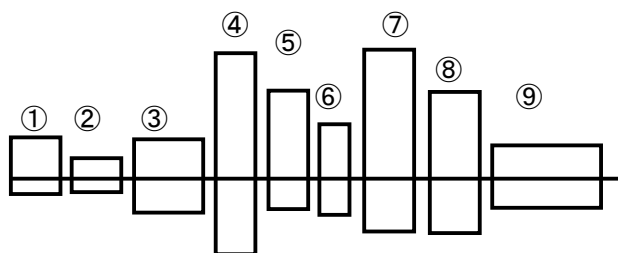


図 2 東川流域のモデル化

表 1 東川流域の土地利用面積率

	土地利用別面積率(%)					流域面積 (km ²)
	道路等	屋根	茶畑等	敷地等	運動場等	
上流域	9.3	8.9	60.9	17.7	3.2	1.98
中流域	21.4	22.4	28.3	25.1	2.8	7.48
下流域	22.0	19.6	34.2	21.4	2.8	15.15

キーワード: 降雨強度、表層浸透能、有効降雨、Kinematic wave 法、洪水流出解析

連絡先: 〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 TEL&FAX:042-591-9792

3. 解析結果と考察

対象洪水は 2000 年 6 月から 9 月までの 8 洪水とした。
 図 3 には下流堰地点における直接流出量と一雨雨量の
 相関図を示す。降雨規模の比較的小さい 4 降雨とそれより
 大きい総雨量 100mm 以上の 4 降雨に分けて直線近似し、
 直線 D1、D2 として表した。直線 D1 の傾きは 0.11 であり、
 流域面積の約 1 割が不浸透域であると考えられる。しかし、
 地形図より読み取った値(表 1 下段)の道路と屋根を含め
 た不浸透域面積率は 41.6%である。この相違は、屋根や
 道路への雨水は庭や道路脇の地面に浸透するため、実
 際の不浸透域面積率は地形図で読み取った値より小さい
 と思われる。従って、本研究では道路のみを不浸透域とし、
 屋根は浸透域の敷地として扱った。解析に用いたパラメー
 タを表 2 に示す。終期浸透能 f_c は現地散水浸透実験の
 実測値⁵⁾を適用し、表層水分保留量の最大値 S_m は現地
 実験の測定値を湛水発生時間について解析し得られた
 値³⁾を適用した。なお、初期浸透能 f_0 については終期浸
 透能より大きい値であることを条件に試算により求めた。

解析結果の一例を図 4 に示す。このハイドログラフでは、
 上流堰、中流堰、下流堰の各地点の特徴はそれぞれ異な
 っているが、洪水流出部分に関しては、計算ハイドログラ
 フは実測ハイドログラフにおおよそ一致している。他の洪
 水についてもハイドログラフの計算値は実測値を概ね再
 現している。

以上より、本研究では、有効降雨の計算に降雨強度の
 変化を考慮して表層浸透能の変化を評価した Diskin and
 Nazimov の雨水浸透モデルを用い、雨水流計算に
 Kinematic wave 法を用いた洪水流出モデルが東川流域
 において概ね再現性を有する結果が得られた。

4. おわりに

今後、他の流域においても本洪水流出モデルを適用し、
 再現性について検討してゆくことを考えている。

本研究を遂行するに当たり、埼玉県新河岸川総合治水
 事務所より水位データ、雨量データを提供して頂きました。
 また、元明星大学学生の三幣裕子、荒木崇志、深津直美
 の各氏に解析の協力をして頂きました。ここに記して感謝
 の意を表します。

表 2 終期浸透能と表層水分保留量の最大値

	道路等	屋 根	茶畑等	敷地等	運動場
終期浸透能 f_c	0.1	17.7	86.4	17.7	13.0
表層水分保留量最大値 S_m	1.0	27.3	41.1	27.3	14.1

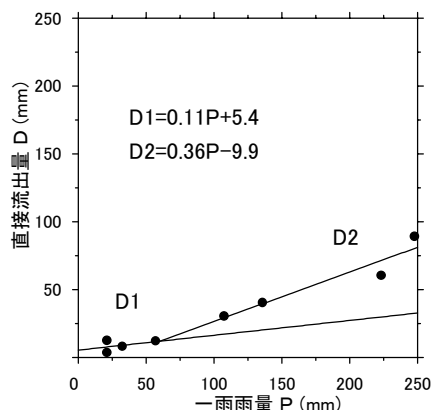


図 3 一雨雨量と直接流出量の相関図

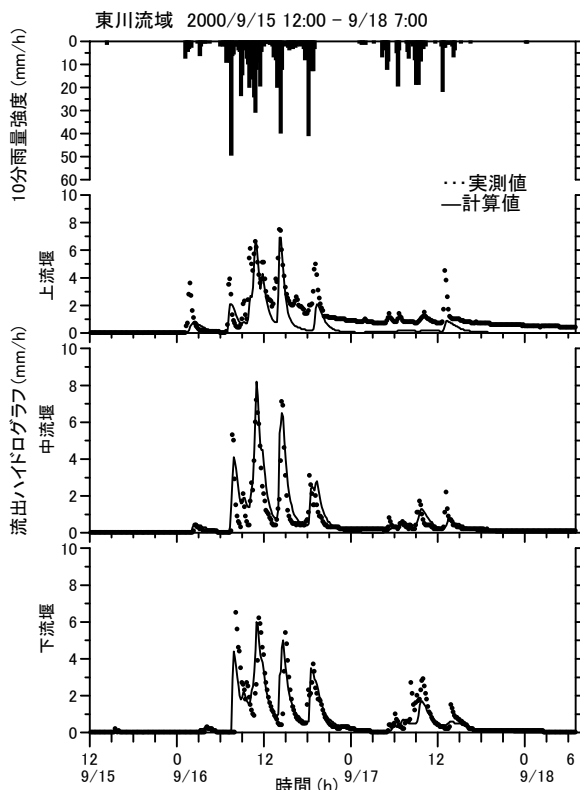


図 4 解析ハイドログラフの一例

参考文献

- 1) Diskin, M. H. and N. Nazimov: Linear reservoir with feedback regulated inlet as a model for the infiltration process, J. Hydrology, 172, pp.313-330, 1995.
- 2) Diskin, M. H. and N. Nazimov: Ponding time and infiltration capacity variation during steady rainfall, J. Hydrology, 178, pp.369-380, 1996.
- 3) 藤村和正・安藤義久・山田富美夫・山中理: 定常降雨による湛水発生時間及び浸透能に関する研究、水工学論文集第 44 巻, pp.193-198, 2000.
- 4) 藤村和正・安藤義久・山田富美夫・長岩明弘・山中理: 散水型浸透計を用いた非定常降雨による表層浸透能の変化、水文・水資源学会 2000 年研究発表会要旨集, pp.188-189, 2000.
- 5) 安藤義久・藤村和正・小柳 匡: 東川流域の散水型浸透計による土地利用別の浸透能測定、水文・水資源学会 1997 年研究発表会要旨集, pp.77-78, 1997.