

1. はじめに

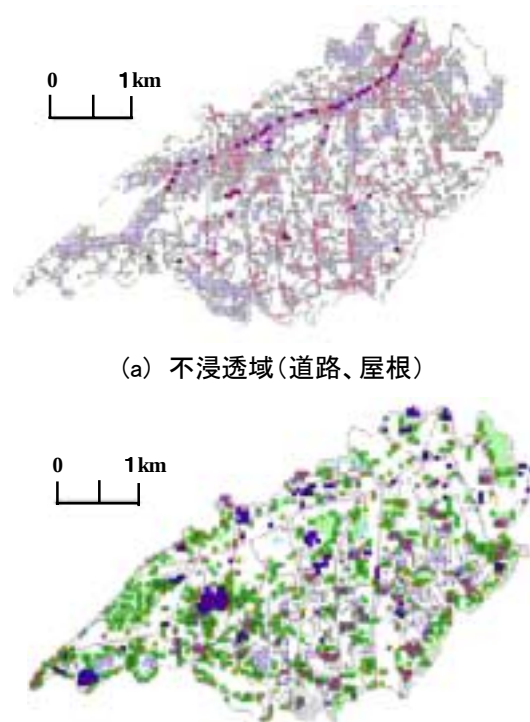
コンピュータ技術の発達とともに数値化された地理情報を扱う GIS の活用が水文分野においても多く行われている。本研究では Kinematic Wave 法による洪水流出解析への GIS の比較的簡便な活用を考え、流域の土地利用別面積率や斜面平均勾配など流域特性のデータを得るための手段として GIS を使い、多摩ニュータウン地域の乞田川流域において洪水流出解析を行い、その適合性について検討することを目的とする。GIS データとして IKONOS 衛星画像写真および数値地図 50m メッシュ（標高）を用いた。



写真1 乞田川流域の IKONOS 衛星画像写真

2. 対象流域の概要と GIS の利用

対象流域は多摩ニュータウン地域の中でも早くから開発が進められた乞田川流域で、その流域面積は 13.31km^2 であり、IKONOS 衛星画像写真を写真1に示す。雨量データは流域の降雨分布を考慮するため、●印で示す流域内3地点の雨量計のデータを用い、水位データは印で示す車橋地点に設置してある水位計のデータを用いた。本流域の土地利用別面積率は、GIS ソフトを用い IKONOS 衛星画像写真に 50m のメッシュを引き交点法により判読し、数値化を行った。その結果を表1に示す。土地利用区分は、道路、屋根、運動場、裸地・造成地等、草地・芝地等、林地の6種類として読み取った。図1には土地利用状況を分かりやすく表わす流域図として道路、屋根等の不浸透域とその他の浸透域を示した。従来は 1/2500 の白地図から土地利用を判読していたが、今回は写真画像から判読できるためデータの正確さは増したと言える。藤村・安藤¹⁾により Kinematic Wave 法で解析するため流域は下水管路網や分水嶺などをもとに 19 の小流域に分割され、矩形斜面と河道にモデル化されている。本研究でもこのモデル化された流域を用いるが、矩形斜面の平均勾配は数値地図 50m メッシュ（標高）を整理し、直線近似して算出した。図2にはその1例を示すが、GIS データは 50m 間隔の標高が全て数値化されているので、このような平均勾配の算出も容易である。



(a) 不浸透域(道路、屋根)

(b) 浸透域(運動場、造成地等、芝地等、林地)

図1 衛星画像より判読した土地利用状況

表1 土地利用別の面積率と浸透能特性

土地利用	不浸透域		浸透			
	道路	屋根	運動場	造成地等	芝地等	林地
面積率(%)	27.0	27.3	4.0	3.0	26.5	12.2
	54.3		45.7			
終期浸透能 $f_c(\text{mm/h})$	0.1	0.1	13.0	17.7	50.0	100.0
表層水分保留量 $S_m(\text{mm})$	1.0	1.0	14.1	10.0	40.0	50.0

3. 洪水流出モデル

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-Nazimov が提案した雨水浸透モデルを用いる。Diskin-Nazimov モデルの洪水流出解析への適用は藤村・安藤²⁾により行われている。

雨水流計算は、矩形斜面の斜面流および河道流の計算を組み合わせを行い、それぞれの運動方程式と連続式を以下に示す。

$$\text{斜面流計算} \begin{cases} q = \frac{1}{N} h^{\frac{5}{3}} s^{\frac{1}{2}} \\ \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r \end{cases} \quad \text{河道流計算} \begin{cases} A = KQ^P \text{ (管渠)} \\ Q = \frac{1}{n} AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \text{ (矩形断面)} \\ \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial X} = q \end{cases}$$

ここに A：河道流水断面積、X：河道距離、x：斜面距離、h：雨水流の水深、r：有効降雨強度、t：時間、Q：河道流量、q：斜面単位幅流量、n：マンニングの粗度係数、N：等価粗度、K、P：河道定数。

4. 解析結果と考察

対象洪水は 2001 年 1 洪水、2002 年 7 洪水の合計 8 洪水とした。土地利用別の終期浸透能 f_c 、表層水分保留量の最大値 S_m は表 1 に示した値を用い、初期浸透能 f_0 は終期浸透能 f_c を越えない範囲で試算により与えた。斜面の等価粗度は $N=0.008$ を用い、本川河道の粗度係数には $n=0.026$ を用いた。また、計算の時間ステップは $\Delta t=10$ 秒であり、斜面の距離ステップは $\Delta x=60\text{m}$ 、河道の距離ステップは $\Delta X=100\text{m}$ として解析した。流出モデルを C 言語プログラムで構築し、CPU 2.20GHz のパーソナルコンピュータで解析した結果、1 洪水約 40 時間の解析時間は 1 秒程度であった。

解析結果の 2 例を図 3 に示す。図 3(a) のハイドログラフは、波形のピーク部分において実測値と計算値にズレが生じているが、全体的には波形の形状はおおよそ再現されている。図 3(b) のハイドログラフは、規模の大きい孤立降雨の解析結果であり、計算値は実測値をよく再現していると言える。他の洪水についてはピーク時に実測値と計算値に差異が見られる傾向があった。

5. おわりに

GIS の洪水流出解析への適用手法は様々あるが、本研究では、洪水流出モデルの改良は行わずに、流域特性を得るための手段として GIS を活用した。GIS の有効な活用およびモデルの再現性についてさらに検討する必要があると考えている。

参考文献

- 1) 藤村・安藤：散水型浸透計による浸透能実測値を用いた都市流域の洪水流出解析、水文・水資源学会誌、Vol.10、No.4、1997。
- 2) 藤村・安藤：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、土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集第 2 部、CD-ROM、2001。

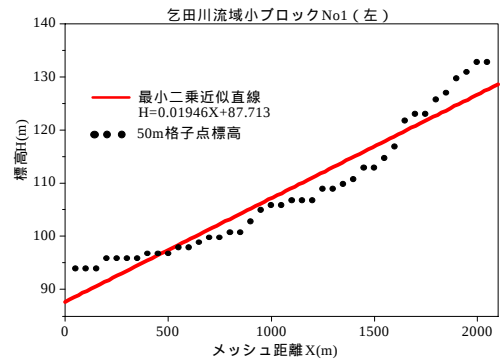
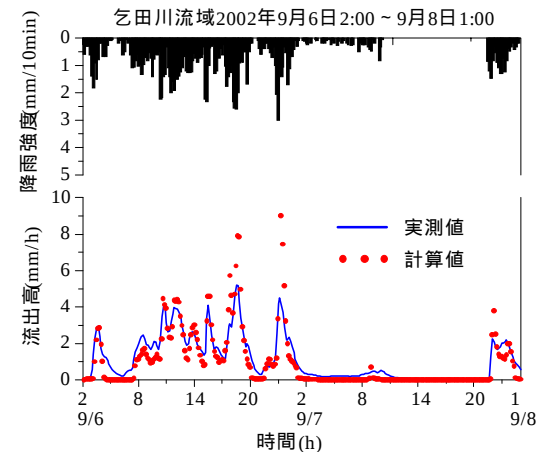
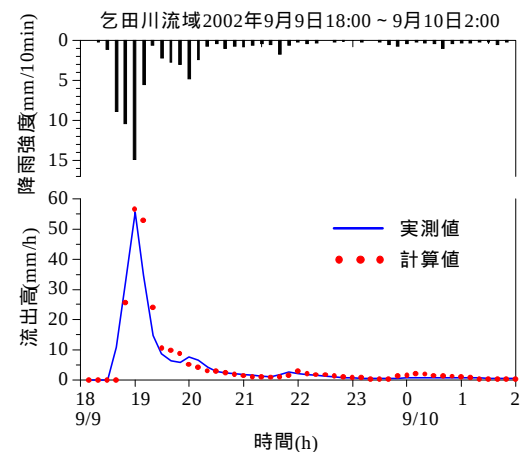


図 2 斜面平均勾配の算定の例



(a) 2002 年 9 月 6 日ハイドログラフ



(b) 2002 年 9 月 9 日ハイドログラフ

図 3 解析結果の例