

京都大学大学院 学生員 ○千歳 知礼 京都大学大学院 学生員 児島 利治
 京都大学防災研究所 正会員 宝 馨 京都大学防災研究所 正会員 岡 太郎

1. はじめに

細密数値情報の土地利用データや数値標高データ (DEM) などのラスター型空間情報を用いる分布型の流出モデルを提案する。さらに、この流出モデルのモデル定数を決定する際、これらのラスター型空間情報の分解能が、どの程度、流出解析精度に影響を及ぼすかを実際の流域に適用して調べる。

本研究では、庄内川の左支川である矢田川流域 (110 km²) を対象とし、50×50 m と 250×250 m の DEM、10×10 m の細密数値情報 (土地利用) を用いて流出解析を行う。

2. 落水線図

数値標高データを基に、以下の方法で落水線図を作成する。DEMの各メッシュ点において3×3メッシュの周囲8方向のうち標高差が最も大きい方向を最急勾配方向として、これらメッシュ点間を結び落水線図を得る。なお、本研究では、得られた落水線図を地形図から得られる実河道により補正している。

3. 分布型流出モデル

本研究では以下のような流出モデルを提案する。

- DEMの標高値を中心とした周囲50×50 mまたは250×250 mの領域を1つの部分流域と考え、流域全体が正方形の部分流域が多数集まってできているとする。
- 部分流域からの流出は落水線図から得られる落水方向の部分流域へのみ起こるとし、流入は落水線図における上流の部分流域からのみとする。
- 部分流域と部分流域は仮想流路で結ばれるとする。
- 部分流域に降る有効雨量から得られる流出量とその上流の部分流域からの流出量が仮想流路の上端へと流入し、仮想流路を流下する間の横流入はなしとする。
- 全ての仮想流路において単純化したkinematic wave法を適用して流出解析を行う。

なお、本流出解析では、部分流域ごとに土地利用データより等価粗度を定め、落水線に沿って雨水追跡を行う手法を用いている。以下に、本流出モデルにおける、流出計算方法と等価粗度の決定方法を示す。

3.1 流出計算

本流出モデルでは、仮想流路を流下する間の横流入はなしとしているので、連続式は次のように表される。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

ここで、 A 、 Q はそれぞれ流水断面積、流量である。また、抵抗則にManning則を用い、仮想流路は広幅矩形断面であると仮定すると次式になる。

$$Q = Bh^{5/3}I^{1/2}/N \quad (2)$$

ここで、 v 、 B 、 h 、 I 、 N はそれぞれ流速、流路幅、水深、流路勾配、等価粗度である。

この式(1)、(2)より、

$$\frac{dQ}{dt} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{5I^{0.3}Q^{0.4}}{3N^{0.6}B^{0.4}} \quad (4)$$

が得られる。

上式から、仮想流路の上流端から下流端への到達時間は上流端の流量を用いて簡単に求められる。

3.2 等価粗度の決定

等価粗度を決定する際に、10×10 mの細密数値情報 (土地利用) を利用することにする。なお、細密数値情報 (土地利用) では17種類に分類されている土地利用を、本研究では、森林、田、草地、都市域、湖沼の5種類に再分類した。土地利用ごとの等価粗度は建設省河川砂防技術基準 (案) 調査編に基づいて、一般的にkinematic wave法で用いられている値0.7、2.0、0.4、0.1、2.0を与え、それから流出ハイドログラフを再現するよう値を変えることにした。

本研究では、対象流域をDEMの標高点を中心とした正方形の部分流域からなる流域としているので、各部分流域ごとにその土地利用データより等価粗度を与えることにする。各部分流域ごとの土地利用を決定する際、50×50 mまたは250×250 mの部分流域に含まれる25個、625個の10×10 mの細密数値情報の中で、最も多い土地利用をその部分流域の土地利用とする最大頻度の考えに基づき決定した。なお、河道網にあたる部分流域に対しては全て、河川に分類し等価粗度0.05を与えた。

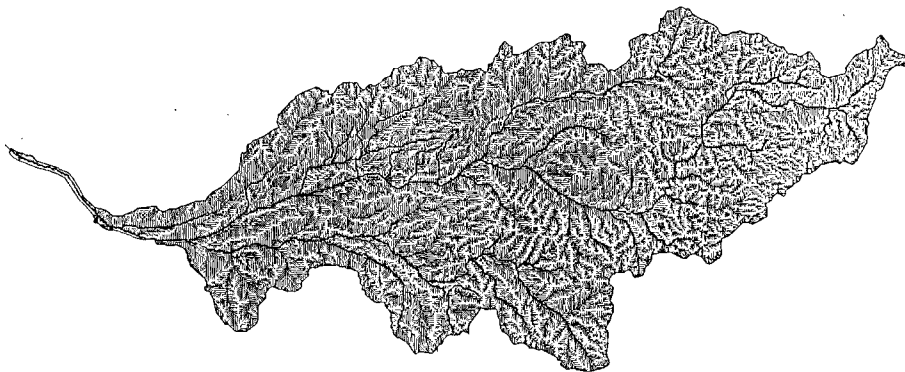


図 1: 落水線図 (メッシュサイズ 50 m)

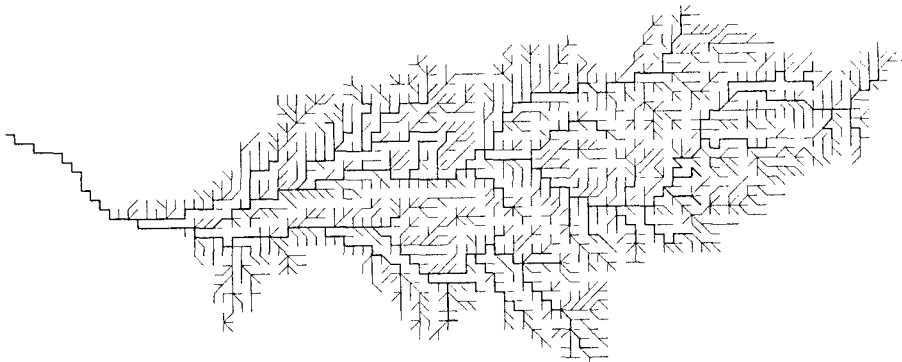


図 2: 落水線図 (メッシュサイズ 250 m)

4. 計算結果と考察

本研究で提案した流出モデルを用いて、実際の洪水について流出計算を行った。50 m, 250 m メッシュの DEM を用いた場合に、比較的よく流出ハイドログラフを再現している計算結果をそれぞれ図 3, 図 4 に記す。本研究で得られた、50 m, 250 m メッシュの DEM を用いたそれぞれの計算結果と一般的に kinematic wave 法で用いられている等価粗度の値と比較を行った。

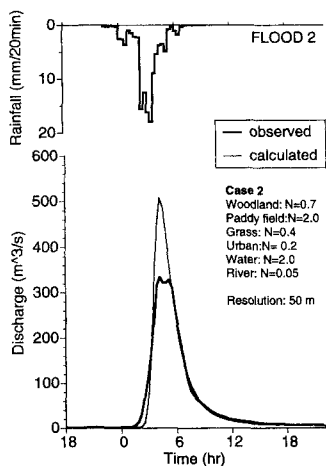


図 3: 計算結果 (メッシュサイズ 50 m)

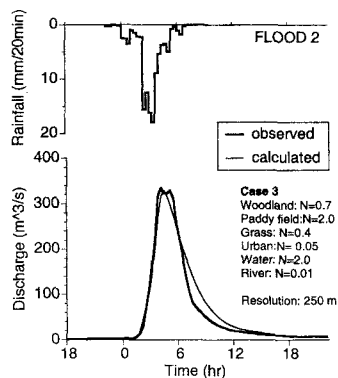


図 4: 計算結果 (メッシュサイズ 250 m)

50 m メッシュの DEM を用いた場合には、等価粗度が全体的にかなり大きな値となった。また、250 m メッシュの DEM を用いた場合には、等価粗度が若干小さな値となることが分かった。本研究では、流出ハイドログラフを再現する等価粗度はメッシュの大きさによって全く異なることがわかった。

参考文献

- 1) 陸晏皎・小池俊雄・早川典生: 分布型水文情報に対応する流出モデルの開発, 土木学会論文集, 第 411 号, II-12, 1989, pp.135-142.
- 2) 建設省河川砂防技術基準 (案) 調査編