

1. はじめに

筆者らはこれまで、DEM のグリッドポイントの周囲の矩形の領域を 1 つの部分流域 (セル) とみなす、セル分布型洪水流出モデルを提案し、都市、耕地、森林等の土地被覆が混在する地域や主に山地森林域からなる地域に対して適用してきた¹⁾²⁾。本研究では、セル分布型流出モデルと他の洪水流出モデルとの比較検討を行うことによりモデルの妥当性の検討を行う。対象流域は、庄内川の上流域 (532 km²) とする。

2. 比較検討を行う洪水流出モデル

2.1 セル分布型流出モデル

セル分布型の流出モデルとは正方形の部分流域 (セル) によって流域を構成する流出モデルで、その概要は次のようである。

【1】 DEM の標高値 (グリッド交点) の周囲 $d \times d$ m の DEM の分解能に合わせた正方形の領域を 1 つの部分流域 (セル) と考え、流域全体がセルの多数の集合体であるとする。

【2】 DEM から流域の落水線図を作成し、一つのセルからの流出は、落水線の流下方向のもう一つのセルへのみ起こるとする。

【3】 各セルでは、セル内で一様な有効降雨を入力とし、上流側セルからの流出を合計して上流端流入量とし、kinematic wave 法によって流出量を計算する。

このモデルでは、各セルの等価粗度をそのセルの土地被覆、土地利用クラスから決定する。河道を含むセルは「河道」というクラスにする。土地利用ごとの等価粗度の値は本モデルを用いて流出解析をおこなった過去の研究から得られた値を用いている¹⁾²⁾。

2.2 斜面・河道系 kinematic wave モデル

部分流域を河道とその両側に付随する矩形斜面とし、それぞれに kinematic wave モデルを適用して流出量を計算するモデルである。その際、斜面勾配や斜面長という地形量を測定して、流域モデルをつくる必要がある。本研究では、地形量測定の煩雑さを軽減するため、落水線を流出口から遡上することにより地形量を測定し、流域モデルをつくった。斜面ごとの等価粗度は、各斜面に含まれるセルの土地利用の面積率から決定する。土地利用ごとの等価粗度の値は、セル分布型モデルと同様にして決めた。

表 1 土地利用の割合

	Forest	Urban	Grass	Paddy	Water
Shidami	0.733	0.156	0.018	0.091	0.002
Mizunami	0.788	0.059	0.028	0.124	0.001

2.3 貯留関数モデル

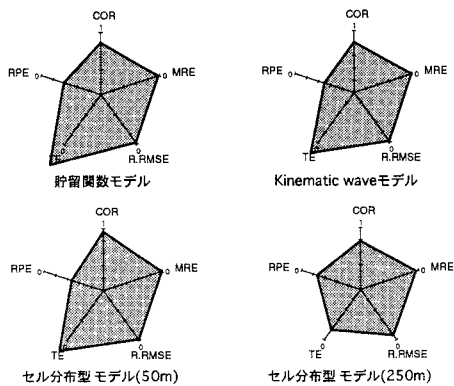
流域を 20 の部分流域と 6 つの河道区分に分け、それぞれに貯留関数法を空間的に配置させた流域モデルとする。部分流域・河道区分ごとのモデル定数は、現行の洪水予測モデルで用いられている値がある。本研究では、それらの値を修正し、いくつかの出水の計算流量と観測流量との誤差を小さくするような値を算定しモデル定数として与えている。

3. 計算結果と考察

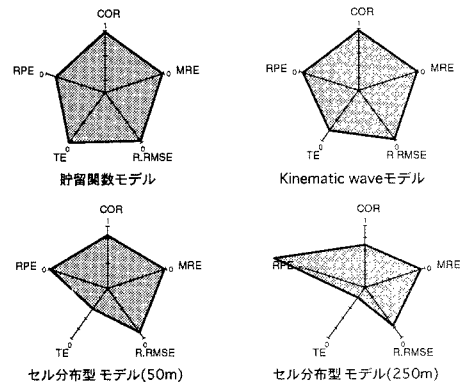
土地利用ごとに保留量曲線を用いて有効降雨を決定し、いくつかの既往の出水に対し 3 パターンの洪水流出モデルを用いて解析を行った。計算結果のうち、それぞれのモデルの特徴をよく表している出水について、瑞浪 (上流) と志段味 (下流) 地点におけるモデルの解析精度の評価値を図 1 に示す。評価値は、計算流量と観測流量の相関係数 (COR)、相対誤差 (MRE)、RMS 相対誤差 (R.RMSE)、ピーク生起時刻誤差 (TE)、相対ピーク流量誤差 (RPE) である。これらの図 1 は、観測値に近いほど正五角形に近づくことを示している。また、志段味における解析結果を図 2 に示す。

図 2 から、kinematic wave モデルの解析結果が最も良いことがわかる。また、セル分布型モデルはピーク生起時刻が早くなる傾向があることもわかる。他の出水についても、ほぼこれ同様のことがいえている。

瑞浪におけるピーク流量の誤差に関しては、全てのモデルでピーク流量を 2 割以上下回る結果となっている。それに対し、志段味におけるピーク流量の誤差は、貯留関数モデルでは最大 2 割程度の誤差があるのに対し、セル分布型モデル ($d=50$ m)・kinematic wave モデルではほぼ 1 割以内に収まっている。また、ピーク生起時刻に関しては、全てのモデルで瑞浪における値よりも志段味における値の方が早くなっており、ハイドログラフの立ち上がりからピーク生起時刻にかけて適合度が悪くなっている。



Mizunami



Shidami

図 1 観測地点ごとの誤差

ただし、この変化は計算結果の誤差を大きくしている

瑞浪より下流では都市域の面積率が3倍となっていること(表1を参照)を考慮に入れると、都市域の増加が流出解析の精度に影響を与えていることがわかる。セル分布型モデルがこの影響を最も受けていることがわかる。

ハイドログラフ全体の適合度を示す相関係数、相対誤差、RMS 相対誤差に関しては、セル分布型モデルの誤差が大きいのに対し他の2つのモデルでは1割以内に収まっている。これは、ハイドログラフの形状は似ているものの、観測ハイドログラフ全体がピーク生起時刻を早くする方向にシフトしているためである。

4. おわりに

本研究では、3パターンのモデルで流出解析を行いその解析結果と観測値との誤差を示した。その結果、kinematic wave モデルが精度の良いモデルであることがわかった。また、セル分布型モデルはピーク生起時刻は早くなる傾向があるものの、他のモデルと比較してもピーク流量をよく再現できるモデルであることが確認できた。

なお、本研究を進めるにあたり、貴重なデータを提供していただいた中部地方建設局庄内川工事事務所に謝意を表する。

参考文献

- 1) 児島利治・宝 馨・岡太郎・千歳知礼: ラスター型空間情報の分解能が洪水流出解析結果に及ぼす影響, 水工学論文集, 土木学会水理委員会, 第42巻, 1998.
- 2) 児島利治・宝 馨・千歳知礼・西海宏則: セル分布型流出モデルの山地流域への適用, 土木学会関西支部年次学術講演概要, II-17-1, 1998

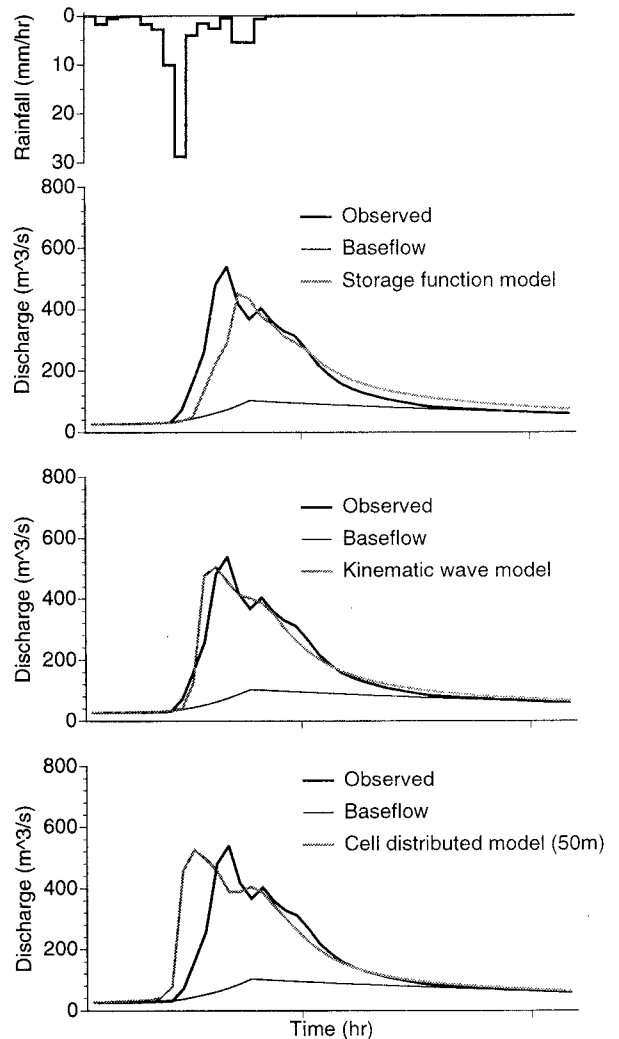


図 2 解析結果の1例