

○ 京都大学大学院 学生員 小椋俊博 京都大学防災研究所 正員 市川温
 京都大学工学部 北村啓史郎 京都大学大学院 正員 椎葉充晴
 京都大学防災研究所 正員 立川康人 京都大学防災研究所 正員 宝馨

1 はじめに これまで地形モデル上に流れのモデルを適用するという研究が数多く行われている。なかでもよく用いられるのが、流域地形をグリッド形式でモデル化し、雨水は各格子点の周囲8方向のうちの最急勾配方向に流下するとして流出計算を行う方法(落水線モデル)である。しかし、落水線モデルでは各格子点で雨水流下方向が一方しか許されていないため、基本的に、雨水が流集する過程しか扱えず、発散地形が雨水流出過程に与える影響を表現できないという問題がある。これに対して椎葉ら[1]は、発散地形をよりよくモデル化するために落水線モデルを拡張する形で新たな地形表現形式を展開している。椎葉らの手法によって発散地形が流出現象に与える効果を考慮できる可能性があるが、実際の流域地形に適用した場合、どの程度違いが現れるか検討しておく必要がある。そこで本研究では、

- 落水線による地形表現手法(斜面分流出を考慮しない手法[図1])
- 椎葉らによる地形表現手法(斜面分流出を考慮する手法[図2])

を用いて流域場モデルを作成し、それぞれに対して雨水流動モデルを適用して、流域地形の表現手法が流出計算に与える影響について検討する。流出計算手法としては、中間流・表面流統合型 Kinematic wave モデル[2]を採用する。

2 実流域への適用と考察 対象流域は大戸川流域である。本研究では、大戸川流域をA～Nまでの14の集水域に分割し、それぞれに対して図3のような降水を与えて、斜面分流出を考慮しない場合と、考慮する場合の流出計算を行った。図4は集水域Aでの流出計算結果である。分流出を考慮するグラフの方が分流出を考慮しないグラフより、流出量のピークが僅かに低くなり、流出が少し遅くなっている。他のいずれの集水域でも同様の結果であった。

次に、斜面分流出を考慮しない場合と考慮する場合の地形表現の違いを評価するために、各集水域ごとに斜面長と斜面勾配を算出し、これらの地形量と流出計算結果の関係について調査した。図5は斜面長の、図6は斜面勾配のヒストグラムである。これらを見てわかるように、斜面分流出を考慮する場合の方が、長い斜面長や小さな勾配を持つ斜面の割合が多かった。よって斜面分流出を考慮する場合の方が、洪水到達時間が長くなり流出が遅れ、また流出量のピークが低くなったと考えられる。

さらに、集水域面積と流出計算結果の関係について検討した。斜面分流出を考慮する場合と、考慮しない場合との流出量の違いを定量的に評価するため、次の式(1)を使った。

$$criterion = 1 - \frac{\sum_{t=t_1}^{t=t_2} (Q_o(t) - Q_n(t))^2}{\sum_{t=t_1}^{t=t_2} (Q_o(t) - Q_m)^2} \quad (1)$$

ここで、

t : 時刻、 t_1 : 計算開始時刻、 t_2 : 計算終了時刻

$Q_o(t)$: 時刻 t での分流出を考慮しない場合の流出量

$Q_n(t)$: 時刻 t での分流出を考慮する場合の流出量

Q_m : 分流出を考慮しない場合の平均流出量

である。 $criterion$ は、その値が1に近い程、分流出を考慮する場合としない場合の違いが小さいことを示す。図7は、各集水域について横軸にその集水域の面積、縦軸に $criterion$ の値をとったものである。この図を見ると、面積が約5km²以下の集水域では、集水域面積が大きくなる程、分流出を考慮する場合としない場合の違いが小さくなり、それ以上の面積をもつ集水域では両者の違いがほぼ一定となっている。そこで、それぞれの集水域において、斜面分流出を考慮する場合と考慮しない場合の平均斜面長及び平均斜面勾配を求め、平均斜面長、平均斜面勾配の変化の度合と集水域の面積の関係について検討した。図8は、横軸に集水域の面積、縦軸に平均斜面長の変化の度合をプロットしたものである。同様に、図9は、横軸に集

水域の面積、縦軸に平均斜面勾配の変化の度合をプロットしたものである。これらの図をみると、面積と平均斜面長の関係では、5~10km²以下といった面積の小さなところでは右下がりになっており、それより面積の大きなところではほぼ横ばいとなっている。面積と平均斜面勾配の関係では、ほぼ横ばいとなっている。つまり、集水域面積の小さなところでは、斜面分流を考慮しない場合と考慮する場合で斜面長の変化の程度が大きく、その結果流出計算の結果にも比較的大きな違いが現れたと考えられる。

3 おわりに 総じていえば、両計算結果にさほど大きな差は見られなかった。その理由としては、流出計算に用いた降水データの雨量が多かったため、流出計算する過程で表面流が大部分を占め、雨水流出速度が大きくなったことが考えられる。雨水流出速度が大きいと、降った雨がすぐ流出してくることになり、地形が流出現象に与える影響は相対的に小さくなる。このことから、表面流が卓越するような豪雨時の流出計算には、落水線モデルでも実用的には充分ということがいえる。しかし、河川の長期的な流況を分布型水文モデルで再現するような場合には、地形表現の違いによって流出計算結果が異なってくる可能性もある。今後は中間流が卓越するような規模の降雨に対しても今回のような検討を行うことが課題として挙げられる。

参考文献

- [1] 椎葉充晴・立川康人・市川温・榊原哲由(1997): 河川流域地形の新しい数値表現形式, 京都大学防災研究所年報, 第40号, B-2, pp.123-136.
- [2] 高埴琢馬・椎葉充晴(1981): Kinematic Wave法への集水効果の導入, 京都大学防災研究所年報, 第24号, B-2, pp.159-170.

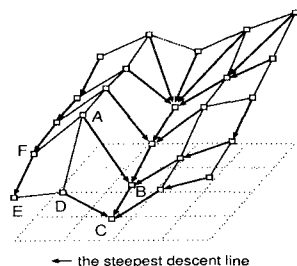


図1 分流を考慮しない手法

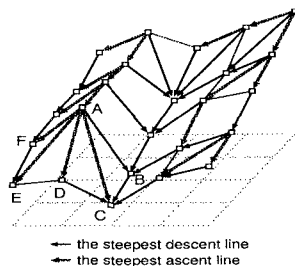


図2 分流を考慮する手法

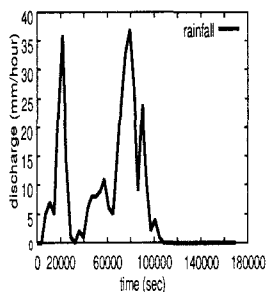


図3 降水データ

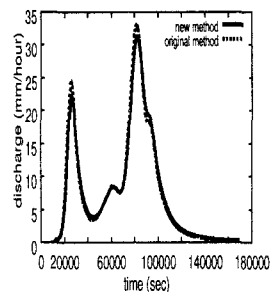


図4 集水域 A

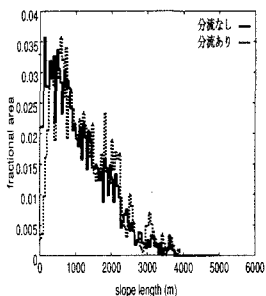


図5 集水域 A の斜面長と面積率

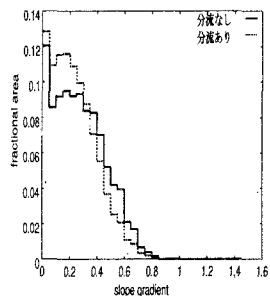


図6 集水域 A の斜面勾配と面積率

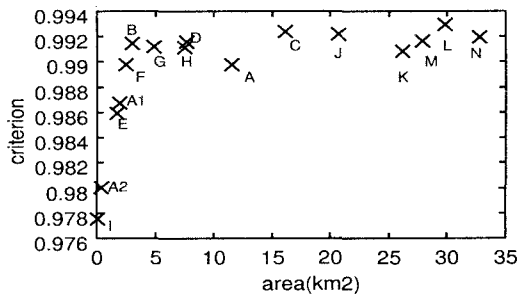


図7 面積と違いの関係

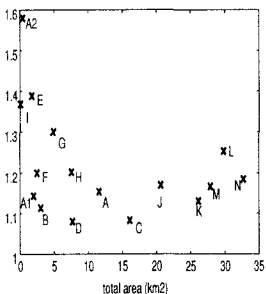


図8 面積と平均斜面長の関係

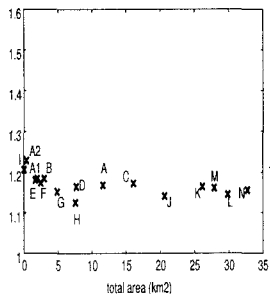


図9 面積と平均斜面勾配の関係