

モデルパラメータの空間分布が流出計算結果に及ぼす影響に関する一考察

京都大学工学部 学生員 永谷言 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 市川温 京都大学防災研究所 正員 宝馨

1 はじめに 分布型流出モデルにおける構成単位の空間スケールに関する知見を得るために、1つの矩形斜面を考え、そこでのモデルパラメータの空間分布、空間配置、また斜面長の違いや降雨強度の違いが流出計算結果にどのような影響を与えるかを調査し、それに対して考察を加えた。

2 数値シミュレーションの手法 1つの斜面内で粗度係数、透水係数は共に対数正規分布に従い(空間的にはランダムに)分布していると仮定する。そのパラメータの標準偏差、空間配置を変えることによって流出計算結果にどのような影響を及ぼすかを調べる。流出計算法には Kinematic wave 法を用い、計算手法には4点陰形式スキーム [1] をもとにした差分解法を用いた。

3 結果と考察

3.1 モデルパラメータの分布が流出計算結果に及ぼす影響 モデルパラメータの分布(標準偏差)が違ふことによって流出シミュレーション結果にどのような影響が出るか調べるためにモデルパラメータの分布の標準偏差を0.0、1.0、2.0と変えてシミュレーションを行った。斜面長は100(m)とし、時刻0時から5時まで5(mm/hr)の降雨を与えた。

中間流の場合、透水係数の平均値を1.2(cm/sec)、地表面流の場合、粗度係数の平均値を0.3(m^{-1/3}/sec)として流出計算を行った。中間流の結果を図1に示し、地表面流の結果を図2に示す。図1、2は共に標準偏差を1.0とした場合である。図1、2のrunoff-0 heightは標準偏差を0.0として流出計算をしたハイドログラフであり、その他のハイドログラフのばらつきはパラメータの空間配置が違ふことによる。

中間流の場合、モデルパラメータが分布することによって定常に達するまでの時間が長くなることがわかる。地表面流の場合、モデルパラメータが分布することによって定常に達するまでの時間が短くなることがわかる。また、ここでは図に示していない

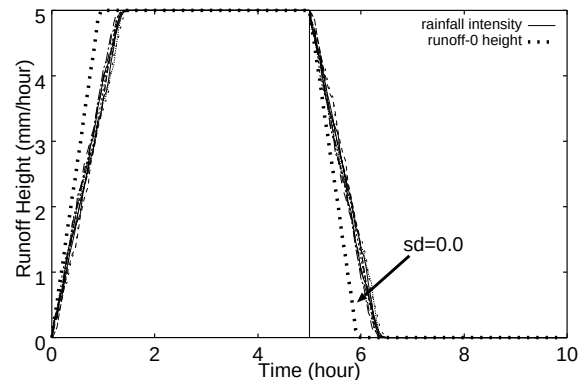


図1 中間流：標準偏差 1.0(cm/sec)

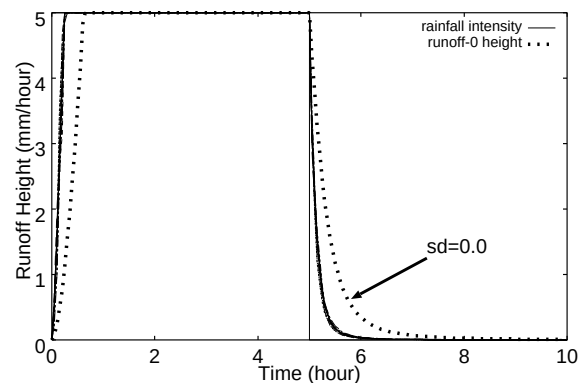


図2 地表面流：標準偏差 1.0(m^{-1/3}/sec)

が、標準偏差を大きくすると中間流の場合は定常に達するまでの時間がより長くなり、地表面流の場合は定常に達するまでの時間がより短くなることがわかった。

3.2 モデルパラメータの配置が流出計算結果に及ぼす影響と斜面長との関連 斜面の長さが異なることによってモデルパラメータの配置の違いが流出シミュレーション結果にどのような影響をもつかを調査した。中間流の場合は、長さが400mの斜面において、斜面上端から100m、400mの地点で流出量を評価した。地表面流の場合は長さが1000mの斜面において、斜面上端から100m、1000mの地点で流出量を評価した。

以下のシミュレーションでは透水係数の平均値を1.8(cm/sec)、粗度係数の平均値1.2(m^{-1/3}/sec)、標準

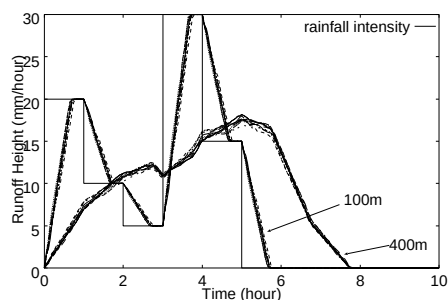


図 3 中間流：ハイドログラフ

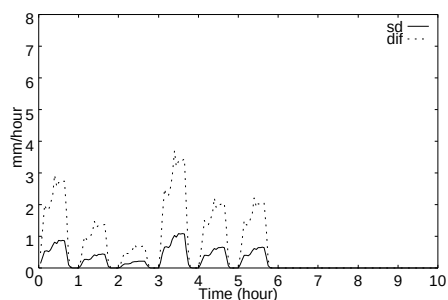


図 4 中間流：流出高の違い (100m)

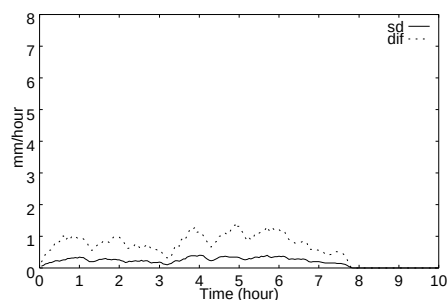


図 5 中間流：流出高の違い (400m)

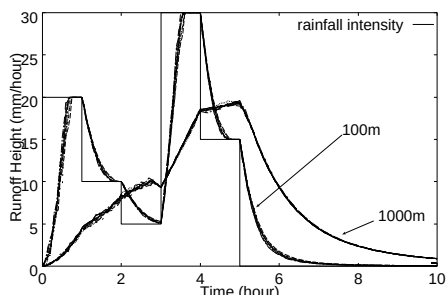


図 6 地表面流：ハイドログラフ

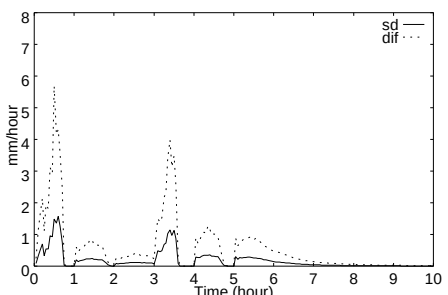


図 7 地表面流：流出高の違い (100m)

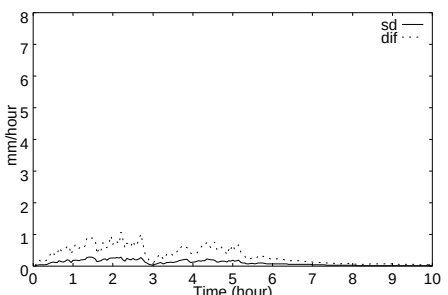


図 8 地表面流：流出高の違い (1000m)

偏差は共に 1.0 とした。降雨は 1 時間毎に 20、10、5、30、15(mm/hr) とした。

中間流の結果を図 3～5 に、地表面流の結果を図 6～8 に示す。図 3、6 はモデルパラメータの配置を変えて流出計算をした各地点のハイドログラフであり、図 4、5 と図 7、8 は各地点でのモデルパラメータの配置の違いによるハイドログラフの違いを表したグラフである。dif はモデルパラメータの配置の異なる各ハイドログラフの同一時刻での流出高の最大値と最小値の差を表し、sd は各ハイドログラフの同一時刻での流出高の標準偏差を表している。

中間流の場合、図 3～5 より以下のことが分かる。(1) 斜面長が短い地点の方がモデルパラメータの配置の違いが流出計算結果の違いとなって現れる度合いが相対的に大きい。(2) 降雨強度が大きいほど流出計算結果の差が大きい。(3) 100m 地点では流出計算結果の差は間欠的に現れ、モデルパラメータの配置の違いによる影響が全く現れない時間帯がある。(4) 400m 地点では流出計算結果の差は持続的に現れる。地表面流の場合も図 6～8 より中間流と同様のことが読み取れる。

(3)、(4) の理由は斜面長 100m の場合には定常状態に達する時間帯があるため、この時間帯ではモデルパラメータの配置を変えても流出計算結果に差が出

ないが、400m の場合は定常状態に達しないからである。

4 結論 モデルパラメータの分布の違いによる流出シミュレーション結果への影響として、モデルパラメータが空間的に分布すると中間流の場合は流出が遅くなり、地表面流の場合は流出が多くの場合早くなることがわかった。

また、ある斜面長でモデルパラメータの配置の違いによる流出計算結果への影響を評価する場合、与えた降雨強度、降雨継続時間によってその斜面が定常状態に達する長さよりも長いのか短いのかにより、影響の度合いが異なることがわかった。短いときは、モデルパラメータの配置の違いが流出計算結果に全く影響しない時間帯が現れる。長い場合は、短い場合よりもモデルパラメータの配置の違いが流出計算結果に及ぼす影響の度合いは相対的に小さくなるが、配置の違いによる影響がなくなることはない。

参考文献

- [1] Li,R.,Simons,D.B. and Steavens,M.A.: Nonlinear kinematic wave approximation for water routing,Water Resources Research,11(2),pp.245-252, 1975.