

GIS を用いた分布定数型流出モデルについての基礎研究 A Study for Spatial Parameter Hydrological Model with GIS

○ 足立昌之[※] 久保成隆^{※※} 大里耕司^{※※}
Adachi Masayuki Kubo Naritaka Osato Koji

1. はじめに

GIS を用いた分布定数型流出モデルは離散化された空間情報を対象とするため、モデルの拡張性、汎用性において優れているが、反面、扱う情報量が多いことによる弊害も生じうる。また、表面流出・中間流出・基底流出などの流出成分ごとに、流出機構が依存する空間情報の種類と範囲が異なることより、必然的に多成分非線形モデルとして表すこととなるので、対象流域の規模によっては計算回数が実行可能な程、膨大な数になる恐れがある。これを回避するために、流出成分ごとに必要とする空間情報の最小範囲を求め、それらを統合するために段階的に情報を抽出していく必要がある。

図-1 ではモデルが各流出成分を考慮する際に必要となる空間情報の関係を表している。実際の流水機構の相互関係はより複雑となるが、モデルを実行可能とするために影響力の比較的大きな空間情報からデータを抽出することとした。

2. 表面流出過程における空間情報の抽出方法

表面流出を降雨強度が地表面の浸透能を超えたことによる局所的な流出(飽和地表流)と中間流出による復帰流の和と考えると、必要となる空間情報は降雨強度、地表面の被覆と起伏状態、土層厚や地下水位と様々である。両者を分離した立場で考えると、飽和地表流は流域の形状に制限されるため地形要因について考慮した。

・ 集水域レベル

表面流の流水機構が集水域の形状に制限されることを考慮して、流域レベルのラスタデータを一定の大きさ以上の集水域に分割する。

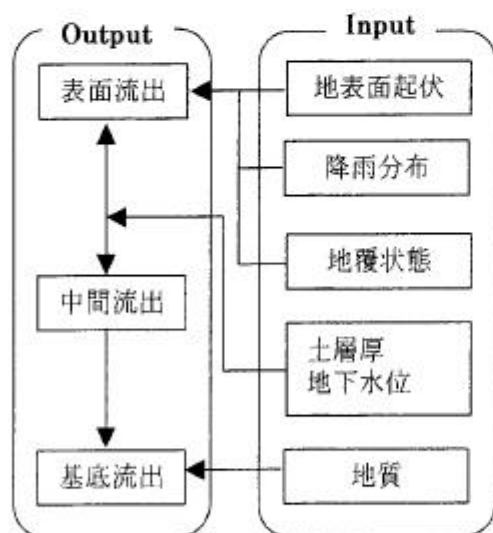


図-1 分布定数型流出モデルにおける変数の入出力関係(各矢印はデータの直接の入出力が行われることを示す。)

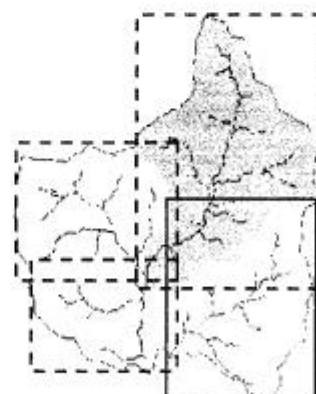


図-2 流域の分割の例

※ 東京農工大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Tokyo Univ. of Agri. And Tech

※※ 東京農工大学農学部 Faculty of Agriculture, Tokyo Univ. of Agri. And Tech

各集水域を計算が進むにつれ、徐々に抽出していくことにより計算規模の縮小を図る。例として下図では利根川最上流部の藤原ダム上流を対象とし、流域を4つの集水域に分割した。

・ 流出寄与地域レベル

表面流出の発生域は流域の一部分に限られ、降雨継続時間、強度に左右される(kirkby,1978)。この考えに基づき、降雨により算出される流出寄与地域にのみ表面流出の数値解析を行う。この地域は降雨強度のほか、中間流出による土中の含水率にも左右されるので、図-1に示すように地下水位の入力を元に表面、中間流出の相互変換を行う。図-3に示すように降雨浸透による土中の含水率をラスタデータとして作成し、一定量以上の含水率となった時点で流出寄与地域となることとする。この限界状態の含水率はモデルの誤差の緩和も考え、実測値と照らし合わせた場合に変動する可能性がある。

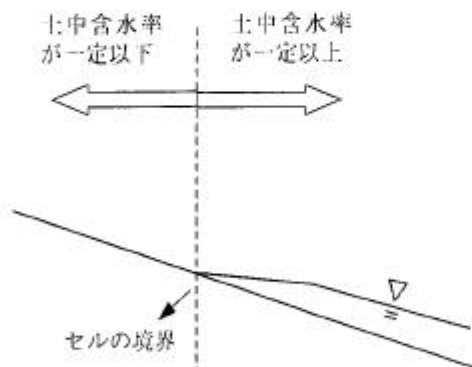


図-3 流出寄与地域の取得

・ セルレベル

流出寄与地域レベルで抽出したデータを元に流水機構を再現するため、ラスタデータの各セルで流水現象を考慮する。流れが非定常で斜面勾配と動水勾配が等しいとすると、kinematic wave 法の基礎方程式、

$$\frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial t} = i$$

$$q = Kh^n$$

q;単位幅流量, h;水深, i;降雨強度

K;河床の状態により決定される定数

n;流れの状態により決定される定数

を適用することができる。この偏微分方程式の解法には特性曲線法や差分法が多く用いられているが、他の流出成分との整合性を考え、時系列に沿って解を求められる差分法を選択した。これにより、ラスタデータの各セルの上に流水方向と時間の座標系が築かれる。図-4に示すセルデータ上に築かれた座標系は流量の解を求める際に用いる差分ステップの仮想平面を表し、平面上の格子が交差している部分は座標系に対応する位置と時間における流量を表す。各セルの出力は流出方向に行われるので、流出先のセルの境界条件は、流入元の最終値となる。

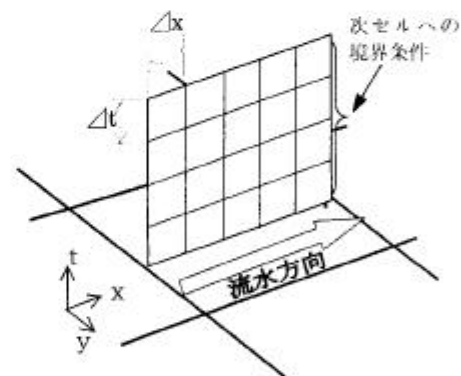


図-4 セルデータ上の時間座標系

3. まとめと今後の課題

分布定数型流出モデルを構築する際に問題となる入力と出力のシステム、入力データの範囲限定方法を考察した。今後は実測値を用いたモデルの構造の是非について検討していこうと考えている。

参考文献

日野幹雄,長谷部正彦(1985):水文流出解析
Kirkby, M.J (1978): Hillslope Hydrology