

京都大学大学院 正員 椎葉充晴
 京都大学大学院 学生員 ○ 小糸勇三
 京都大学大学院 学正員 ローレンソンザビエル

1. 諸言 従来、実時間洪水流出予測を行う時の基礎となる洪水流出モデルには、貯留関数モデルやタンクモデルなどの集中型モデルを用いることが多かった。その理由は集中型モデルは分布型モデルに比べて、流域をマクロにとらえているので、大規模な流域への適用が比較的容易であり、観測量が少なくよく、計算時間が短いという利点をもっているからである。しかしながら、観測情報機器の発達に伴い、地形の空間的分布が詳細に得られるようになり、また流域内の状態量が時々刻々得られるようになってきているので、集中型モデルではなく、分布型モデルを流域へ適用する条件が整ってきている。分布型モデルは、集中型モデルに比べて流出ハイドログラフをよく再現できるとは言いえることはできないが、流域内の状態量や地形の空間的分布を考慮することができるといふ利点を持っている。分布型モデルはまた、流域内部の様々な要素のモデルを改良し関連する物理量を観測していくことによってモデルの構成やモデルの同定の方法を改良発展させていくことができるという利点を持っている。これからは分布型モデルがますます発展していくものと思われる。

本研究では、フィルタリング予測理論の適用を意図して、河川流域に分布型モデルをどのように組み立てて行くかを議論し、確率過程的な取り扱いを取り入れた実時間予測方式の基本的構想を提案する。

2. モデルの概要 本研究では、図 3 のように流域をグリッドに分割して考える。原則として各々のグリッド単位で計算を行い、端子を介して情報を下流側にながす。各々のグリッド内の河道網系モデルとして kinematic wave model を用いる。この kinematic wave model と定常状態の仮定から導かれる河道内貯留量と河道流量との関係式から、グリッドごとに集中化されたモデルの状態方程式が導かれる。なお、図 1 のようにグリッドごとのモデルは流出点が一つしかないものとし、一つのグリッド内に複数の水系が存在する時は、それぞれの水系単位で計算を行う。

3. 河道区分の上流側集水面積の計算 前節で述べたモデルを実流域に適用するためには、各グリッドの各河道区

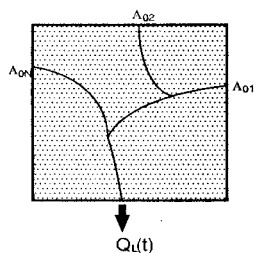


図 1 グリッド内の部分河道網モデル

分の上流側集水面積を求めなければならない。本節では、各河道区分の上流側集水面積計算手法を述べる。必要となるデータには、以下の三種類がある。

1. 流域の最上流端を記録したデータ
2. 流域のグリッド間の河道区分の接続状況を記録したデータ
3. 流域の各グリッド内の河道区分の長さ集水面積を部分水系ごとに記録したデータ

なお、河道区分の集水面積は本来河道の周辺の状況によって異なるが、本節では河道区分は長さのみが異なり、斜面勾配などその他の要因はすべて同じであると仮定して、河道区分の集水面積を計算した。つまり、河道区分 i の集水面積 F_i は河道区分の長さに応じて以下のように計算した。

$$F_i = A \frac{L_i}{L} \quad (1)$$

ただし、 A はグリッドの面積、 L はグリッド内すべての河道区分の長さの合計、 L_i は河道区分 i の河道区分の長さである。

河道区分の上流側集水面積を計算は、以下の (1) の計算を行いその後 (2) → (3) → (4) をすべての河道区分が計算できるまで繰り返す。(1) の計算をサイクル 0 とし、(2) → (3) → (4) の n 回目の計算をサイクル n とすると、図 2 のような流域は表 1 の順番で計算される。

- (1) 最上流端を端点に持つ河道区分の上流側集水面積を 0 する。

- (2) 上流側の河道区分の上流側集水面積がすべて計算できている河道区分は、計算できるので計算する。計算できない河道区分は何もしない。計算に際し、考えている河道区分の上流端点が合流点なら、上流側からの集水面積をすべて加えて計算し、上流側端点が分枝点なら上流側からの集水面積をすべて加えたものを分流している数で等分して上流側集水面積とする。
- (3) グリッド内の部分水系のうち、すべての河道区分の上流側集水面積が計算できた部分水系が存在したら、その部分水系の最下流端の端点を含む河道区分が接続する河道区分の上流側集水面積は計算できるので計算する。
- (4) すべてのグリッドの河道区分が計算できているかどうか調べる。すべて計算できていたら、終了する。計算できていない時は、(2)に戻り計算を行う。

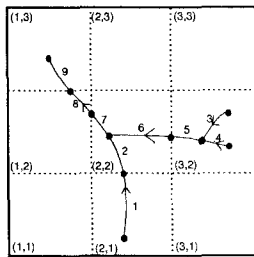


図2 具体例

表1 計算順序

サイクル	計算段階	計算できる河道区分の番号
0	(1)	1 3 4
1	(2)	5
1	(3)	2 6
2	(2)	7
2	(3)	8
3	(2)	なし
3	(3)	9

4. 適用 本節では、大戸川流域を図3のように25等分し、前節で示した計算手法を適用し河道区分の上流側集水面積を計算する。

大戸川流域を、図3のように25等分し、前節で示した計算手法を適用した。グリッドボックスのうち河道が存在したのは17個で、流域全体で、河道区分は71本、境界点43個、最上流端は16個、最下流端は1個であった。前節でも述べたように、河道区分の集水面積はグリッドの面積を河道区分の長さに応じて分配した。大戸川是最下流端の数

は一つであることから、最下流端を含む河道区分の上流側集水面積とその河道区分の集水面積を加えると分割したグリッドボックスの17個分の面積に等しくなっていないなければならない。大戸川的最下流端を含む河道区分の上流側集水面積 244km^2 でその河道区分の集水面積 4km^2 となり、分割した17個分のグリッドボックスの面積 248km^2 と一致した。

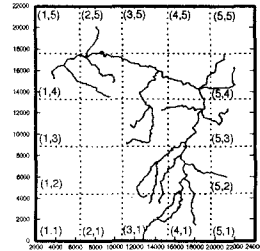


図3 大戸川流域の分割

5. 結語 本研究では、フィルタリング予測理論の適用を意識して、分布型モデルを構成をし、分布型モデルを実流域に適用するために不可欠な河道区分の上流側集水面積手法を提案した。

今後の課題としては、以下のようなことが考えられる。

1. 2節で示したモデルでは、グリッド内の水系の流出点を一つしか考えていない。よって、グリッド内の水系で流出点が複数ある水系が存在した時、どのように対処するかという点。
2. 計算を迅速に行うために、グリッドごとの情報をいかに効率よく伝達するかという点。
3. 河道区分の集水面積は河道区分の長さを基準にしてもとめたが、河道区分の集水面積は、川幅などその他の要因によっても変わるので、河道区分の集水面積を求める時にどこに基準を設け、どのように計算するかという点。

参考文献

- [1] 高埜琢馬・椎葉充晴・宮澤直樹：統計的二次近似理論を適用した流出予測システムの構成、京都大学防災研究所年報 第27号B-2, pp.255-273, 1984