

河道網系 kinematic wave モデルの集中化に関する考察

京都大学工学部 正 員 高 棹 琢馬 椎 葉 充晴
 京都大学防災研究所 正 員 ○中北 英一
 日 水 コ ン 正 員 武 元 伸夫

1. 概 要 筆者らは既に、単一要素および河道網系 kinematic wave モデルの集中化方法を展開し^{1), 2)}, さらに河道網の分割個数と分割点の決定に際し、地形パターン関数を媒介として単一要素モデルの集中化誤差構造を利用する方法も議論してきた²⁾。本報告では、実流域の河道網への適用例を示すとともに、得られた結果に対する考察を行う。

2. 河道網の分割方法

単一要素 kinematic wave モデルは、

$$\partial A / \partial t + \partial Q / \partial x = r(t)$$

$$Q = \alpha A^m, 0 \leq x \leq l \quad (1)$$

で表される。ここで、 α, m, l は定数、 A, Q は流積および流量、

t は時刻、 x は距離、 $r(t)$ は時刻 t の横流入強度である。

単一要素モデルの集中化誤差は、無次元入力継続時間

$$Tr = t_r / t_c, t_c = (l / (\alpha \bar{r}^{m-1}))^{1/m} \quad (2)$$

と区分個数 K の関数として既に得られている¹⁾。ここで、 t_r は入力継続時間、 $\bar{r}$ は平均横流入強度である。

河道網系モデルとこの単一要素モデルとを対応させるために、図1.(a)の矢印で示すように、地形パターン関数を用いた河道網系の統合モデルを考え、さらに、矢印(b)で示すように地形パターン関数を流れ方向に一定として、単一要素モデルに帰着させる。この帰着させた単一要素モデルの無次元入力継続時間は、

$$Tr = t_r / ((\bar{r}_0 F / L)^{(m-1)} (\alpha / l))^{1/m} \quad (3)$$

で表される。ここで、 $\bar{r}_0$ は集水域単位面積当たりの平均流出強度、 F, L は総集水面積および総河道長、 l は主河道長である。

さて、図2に示すように、河道網と入力継続時間および強度が与えられると、河道網を単一要素に帰着させた場合の無次元入力継続

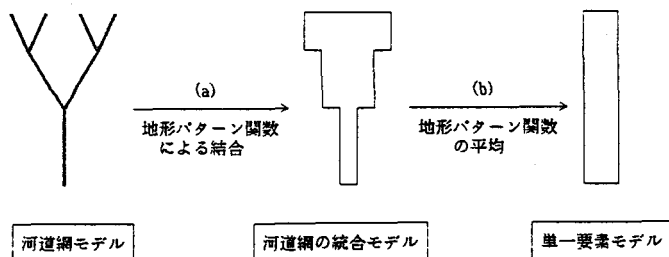


図1 河道網の一本化

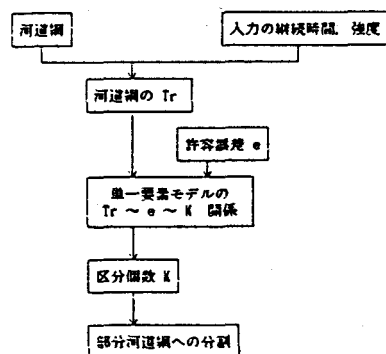


図2 区分個数決定の手順

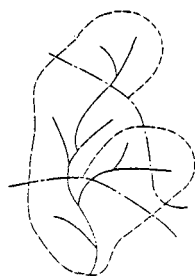


図3 河道網の分割

Takuma TAKASAO, Michiharu SHIIBA, Eiichi NAKAKITA and Nobuo TAKEMOTO

続時間が(3)式によって得られる。さらに、許容集中化誤差を与えると、既に得られている単一要素の誤差構造から許容誤差に必要な区分個数 K が定まる。次に、たとえば区分個数が3と得られたとすると、この3に対応させて図3のように一点鎖線で縦方向に大きく3つに分ける。この一点鎖線と河道網との交点、つまり区分点は、定常時の伝播時間が等しくなるように下流から決定してゆく。一点鎖線によって区切られることにより分離される部分は別々の部分河道網とすると、結局、破線で区切った5つの部分河道網が定まる。以上によって定まる河道分割を用いて、河道網系の集中化モデル²⁾に従って計算を行う。

3. 適用例とその考察

図4は由良川水系荒倉流域(流域面積は159km²)の河道ネットワークである。この流域のうち、主河道を構成する57,67,71,105番の河道セグメントを下流端とするネットワークに対する計算結果を図5に示す。縦軸は集中化誤差、横軸は無次元入力継続時間であり、図中太線が単一要素の集中化誤差を表す。区分個数が7の結果だけを示したが、区分個数を小さくするとグラフは全体的に上にシフトし、大きくすると下にシフトする。このように、セグメント数の多い河道網では、河道網系集中化モデルの誤差と単一要素の集中化モデルの誤差とは良く一致する。

ただ、河道網のセグメント数が少ない場合、特にY字型の河道網の場合に、河道網系と単一要素の集中化誤差があまり良く一致しない場合がある。たとえば、セグメント番号12を下流端とするY字型の河道網では、両者の集中化誤差は良く一致するのに対し、28を下流端とする河道網では河道網系の集中化誤差の方がかなり大きくなる。この両者の違いは、28番のセグメントを下流端とするY字型の河道網では、下流セグメントの集水面積に比べ上流セグメントの集水面積がかなり大きな点にある。そのために、上流セグメントからの擾乱が下流セグメントに到達すると、下流セグメント内の水面形状は定常時のものと比べてかなり急峻になる。したがって、同じ無次元入力継続時間を有する単一要素の場合と同程度の集中化誤差におさえるためには、単一要素の場合よりも区分個数を多くする必要がある。しかし、Y字型の河道網ではセグメント数が少ないので、区分個数を多くしても計算量が飛躍的に増大することはない。そして、既に述べたように、これ以外の河道網では単一要素の誤差構造と十分良く一致する。

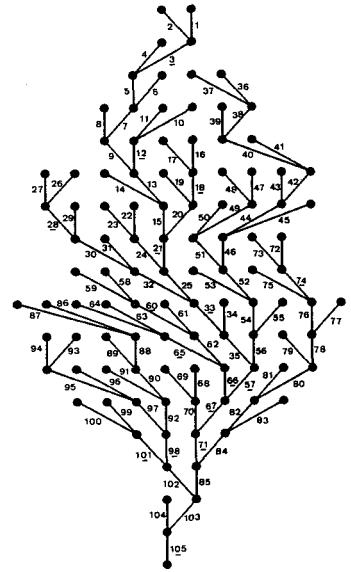


図4 河道ネットワーク

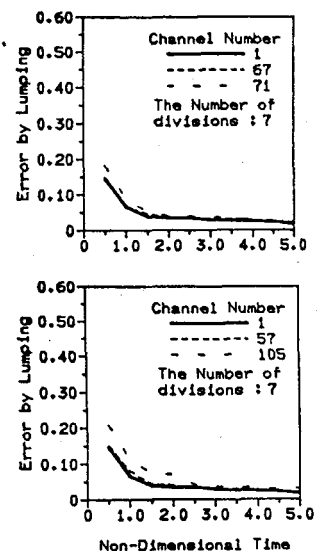


図5 集中化誤差の比較

1)高棹・椎葉(1982):第37回年次講演会講演概要集

2)高棹・椎葉・中北・張(1985):第29回水理講演会論文集