

II-24

デジタルマップに基づく河道網特性の解析

NTT (株) 正 員 溝渕伸一
 京都大学工学部 正 員 高棹琢馬
 京都大学工学部 正 員 宝 馨
 京都大学大学院 学生員 杉原宏章

1. はじめに 筆者らはこれまでにコンピュータによる水文地形解析の方法をいくつか提案してきた¹⁾²⁾³⁾。ここでは、国土数値情報を利用したデジタルマップに基づく水文地形解析の方法を紹介し、擬河道網の決定規準およびマグニチュード理論に基づく擬河道の解析結果について報告する。

2. 解析方法の概要 解析手順を以下に

示す。①標高データファイル(KS-110-1)から対象流域を覆うデジタルマップを作成する。②流路位置ファイル(KS-272)のデータを用いて、主な河道に対応する落水線をあらかじめ決めておく。③デジタルマップを利用して、全メッシュ交点から周囲8方向のうち最急勾配方向に1本の落水線を生成し、流域の出口まで追跡する。落水線の通過頻度はその点での集水面積を表す。④落水線のネットワークを利用して流域の三次元的構造を解析する。⑤落水線の通過頻度に適当なしきい値（擬河道の最上流端を定める）を設けて擬河道網を得る。擬河道に位数およびマグニチュードのナンバリングを行い地形特性量を算定する。

3. 擬河道の最上流端の決定について 擬河道が 1/50000地形図の河道網をどの程度再現しているかという観点から、しきい値の決定規準について考察を行う。地形図上の水系網の幾何学的形状および特性を再現する最適なしきい値について調べた結果をTable 1に示す。流域内での自然条件の地域差を考慮せずに流域全体に一律のしきい値を設けて作成した擬河道網は、そのソースの分布状態が一樣になる傾向がある（Fig.1）。例えば地形図上では河道のソース数は平野部には少なく山地部で多いが、擬河道網では流域全体に均一にソースが存在する。このため、Table 1では N_1 について定めた最適なしきい値と比べて N_2 、SE、SIについての最適なしきい値は小さい値を

Table 1 各特性量ごとに見た最適なしきい値

河川名	流域面積		N_1	N_2	R_b	R_l	R_a	D_a	E_a	SE	SI	LE	LI
	A1(km ²)	A2(km ²)											
野洲川	285	288	17	17	17	15	17	17	17	15	11	20	17
日野川	870	876	17	14	9	9	9	19	19	13	11	18	16
桂川	814	811	8	6	7	10	9	11	10	5	5	9	7
重信川	460	462	15	12	13	11	10	17	18	12	9	13	14
天神川	475	491	22	23	20	21	20	21	21	19	21	24	23
安曇川	290	307	13	12	13	12	11	13	13	13	8	13	10
大野川	344	354	8	7	8	10	7	7	7	7	8	10	8
愛知川	192	199	16	15	13	20	13	16	16	14	10	16	14
古座川	357	344	14	10	11	15	14	14	17	12	14	17	13
日置川	399	401	11	8	18	8	6	13	13	9	6	13	13

A1: 本システムより算定した流域面積
 A2: 地形図から計測した流域面積
 N_1 : 位数1の河道数
 N_2 : 位数2の河道数
 R_b : 分岐比
 R_l : 河道長比
 R_a : 河道勾配比
 D_a : 最大ソース高さ
 E_a : 平均ソース高さ
 SE: 平均外部リンク勾配
 SI: 平均内部リンク勾配
 LE: 平均外部リンク長
 LI: 平均内部リンク長

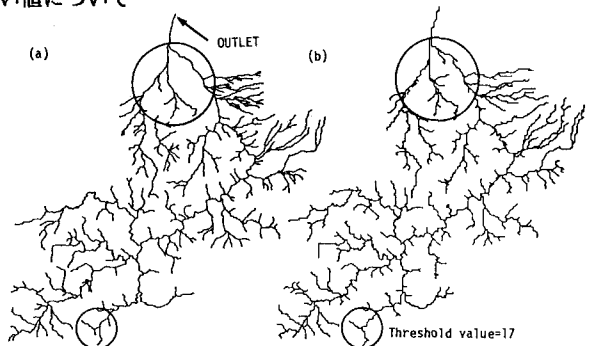


Fig.1 1/50000地形図に記された水系網(a)と擬河道網(b) (日野川)

とる。一方、Table 1 の大野川などではSE, SI, LE, LIを除く特性量について定めた最適なしきい値はほぼ一定であり、地形・地質等の自然条件が流域内でほぼ同一である流域では擬河道網は地形図から得られる水系網をそのトポロジー構造において比較的良く再現しているといえる。水系網の発達には地形・地質・気候の影響を受ける。そのため、これらの自然条件が流域内で一様でない流域においては、擬河道網の作成の際に、地形・地質・気候などの条件を考慮して、流域内で部分的にしきい値を変えるなどすることが望ましいようである。また、 R_b などの位数に基づく特性量はネットワークにソースを1つ付加するだけで全く異なる値を示すことがあるため河道網の特性を表す指標としては不適であり、リンク数の結合則の成り立つマグニチュードに基づく特性量の方が適している。

4. マグニチュード理論に基づく解析例

ここでは、マグニチュード理論に基づく解析の一例を報告する。岩佐・小林(1978)⁴⁾は、河道網の形成過程のランダム性を考慮して、マグニチュード i のリンクの位数の期待値 u_i およびソース数 n の河道網におけるマグニチュード i のリンク数の期待値 m_i^n を確率的に次式のように導いた。

$$m_i^n = \sum_{j=1}^J j \cdot (Z_n)_{ij} / Z_n \quad J = [n/j] \quad ([] \text{ はガウス記号})$$

ここに、 Z_n はトポロジー的に異なる河道網(Topologically distinct channel networks, TDCN)の総数、 $(Z_n)_{ij}$ はマグニチュード i のリンクを j 本持つTDCNの数を表す。擬河道網について各マグニチュードのリンク数を算定し、 m_i^n/n の期待値と併せてFig.2に示す。大野川についての算定結果は理論値と比較的良好に合っているようである。 m_i^n の期待値を与える式は「地質的影響が強く作用しない場合には、自然の河道網はトポロジー的ランダムである」という仮定より導かれたものである。このことから、大野川に対してはトポロジー的ランダム性の仮定がおおよそ満足されていると推測することができる。安曇川の場合の計算結果は期待値とあまり一致していない。安曇川流域には中央を河川に沿って南北に走る花折れ断層と東側の山麓に沿って走る2つの断層があり、さらに、流域内での気候条件も地域的な変化がある。河川の幾何学的形状は断層および気候の影響を受けていると考えられる。安曇川の場合、このような自然条件が影響してトポロジー的ランダム性の仮定を満足していないようである。

5. おわりに 従来の河道網解析とデジタルマップを用いた河道網解析の相異点を明らかにした。流域内での自然特性が一様とみなせる場合、デジタルマップを用いた河道網解析は有効であると考えられる。流域内の自然特性が部分的に異なる場合には、しきい値のとり方に何らかの工夫がいるものと思われるが、今後の検討課題である。

参考文献 1) 溝渕：流域の地形特性量と解析スケールに関する研究，京都大学工学部特別研究論文，1987。2) 宝・高棹・溝渕：水文地形解析の自動化の試み，第32回水理講演会論文集，1988，pp. 25-30。3) 宝・高棹・溝渕・杉原：コンピュータを用いた水文地形解析序論，京大防災研年報，第31号B-2，1988，pp. 325-340。4) 岩佐・小林：マグニチュード理論による河道網の連結構造に関する統計則と指標，土木学会論文集，第273号，1978，pp. 35-48。

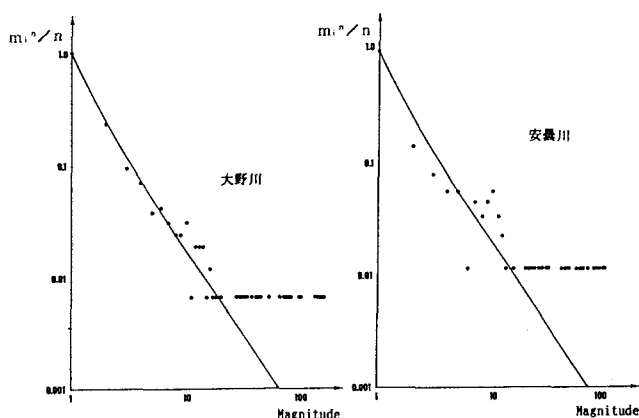


Fig.2 m_i^n/n の期待値(実線)と算定値