

数値地形情報を用いた流域斜面形状の解析

京都大学工学部 正 員 高棹琢馬 京都大学工学部 正 員 椎葉充晴
 京都大学工学部 ○正 員 立川康人 大 林 組 正 員 杉原宏章
 農田康一

1. はじめに

流域の斜面形状と流出の関係を考える場合、流域内の斜面の任意の地点から河道までの流下距離の分布を調べることがそれらの関係を探る1つの手段となる。本研究では、数値地形情報（国土数値情報の標高データファイル・流路位置ファイル）を用いて作成した落水線網を基に、流域内の任意の地点から河道に至るまでの流下距離の分布を調査する計算機プログラムを開発し、10流域の落水線網を用いて流下距離の分布を解析し、得られた結果に対して考察を加える。

2. 流下距離分布図の作成法

流域の落水線網を求めた後、しきい値を設定して擬河道を求める。擬河道の求め方は高棹ら[1989]に従った。落水線網において擬河道以外の落水線は斜面上の雨水の流れを表すものと考え、斜面上の落水線に沿って擬河道に至るまでの流下距離を求める。図1は、擬河道上の格子点Aに流集してくる斜面要素において、格子点Aから流下距離200mごとに斜面要素を分類したものである。ここで同一メッシュ内に落下する雨水はそのメッシュから流れ出る落水線の方と同方向に流れると仮定した。

以下にその作成法を示す。① 河道に直接流入する斜面上のメッシュ交点から落水線を逆に追跡することにより、斜面を斜面要素に分類する。② 流下距離に階級幅 d を設定する。本研究では、この階級幅 d を200mとした。

例えば、図1の波線部内にある全ての点は流下距離400~600mの範囲内にあると考える。③ 階級幅 d ごとに斜面要素を分割し、それぞれの階級に含まれる面積を算定する。例えば、流下距離400~600mの範囲に含まれる面積は、波線部の面積を算定することによって得られる。④ 横軸に流下距離をとり、縦軸に、算定した面積を階級幅で割った値をとったヒストグラムが、その斜面要素の流下距離分布図である。この面積を階級幅で割った値を等流下距離線長と呼ぶことにする。このグラフの形状は、斜面要素の斜面形状を表す。⑤ 流域斜面全体の流下距離分布図を得るには、まず流域内にある全ての斜面要素の等流下距離線長を同じ階級毎に累積する。次に、河道を含むメッシュ内では流下距離は全て200m以下と考え、河道を含む全てのメッシュの面積を階級幅200mで割った値を流下距離0~200mの階級に対応する等流下距離線長にたし合せてグラフを描く。⑥ 外部、及び内部リンクの支配する領域の流下距離分布図も同様に行うことができる。

3. 解析結果と考察

表1は、外部リンク、内部リンク、及び流域全体それぞれに寄与する斜面の斜面形状がどのように異なるかを調べるために、10流域において各々10個の特性量を算定し、まとめたものである。ただし、ここで、1つも落水線が合流しない斜面要素は発散型、1つでも落水線が合流する斜面要素は収束型と考えている。

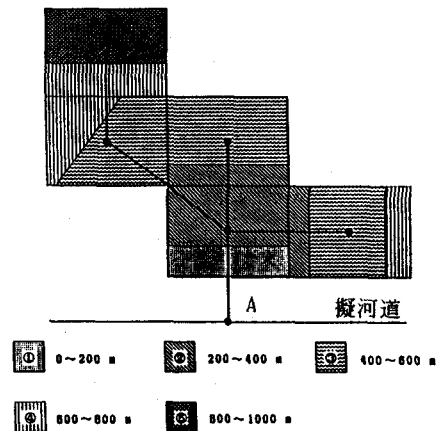


図1 流下距離算定の概念図

この表から、以下のことが考察できる。

- [1] ③よりどの流域でも、外部リンクに寄与する斜面要素の面積は内部リンクより大きい。従って流域全体の流出特性には、外部リンクに寄与する斜面の特性が比較的大きく影響すると思われる。
- [2] ⑤⑥⑦⑧より外部リンクは内部リンクと比較して、1斜面要素当りの面積が大きく、形状は収束型のものが多い。従って、流出解析を行う場合、両リンクに寄与する斜面要素の流出特性の違いを考慮する必要があると思われる。
- [3] ⑨⑩より流域全体の斜面形状は、河川密度が大きい程、収束型から発散型へ変化している。河川密度が大きいということは、1つの斜面要素の大きさが小さくなるということである。従って、落水線が合流しないで河道に流れ込む確率が高くなるということを意味するため、発散型の傾向があるように思われる。

図2は、10流域の内、典型的な形状を示した日

置川の外部リンク、内部リンク、及び流域全体の流下距離分布図の例である。ただし、表1で示した最適なしきい値（高棹ら[1989]）を採用した。この図から以下のことがわかる。

- [1] 外部リンク、内部リンク、及び流域全体の斜面形状は右下がりであり、斜面全体としては発散型の形状をもつ。
- [2] 河道の近傍では内部リンクに接続する斜面の面積が外部リンクのそれよりも大きく、流下距離が大きくなるにつれて外部リンクに接続する斜面の面積が内部リンクのそれよりも大きくなる。これは

外部リンクに接続する斜面の形状の収束の度合いが、内部リンクに接続する斜面のそれよりも大きいことを示している。従って、斜面全体の形状から見ると、外部リンクに接続する斜面と内部リンクに接続する斜面では流出の形態が異なると考えられる。図3は日置川の流下距離分布図に指数関数を当てはめた図である。しきい値は最適なしきい値を用いている。他の9流域の流下距離分布図も、これと同様、指数分布によく適合した。

表1 10流域での斜面要素の諸量

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
安曇川	11	391	1.97	0.908	2.99	2.11	0.458	1.16	0.632	0.62
武知川	16	192	1.65	0.764	3.14	2.36	0.469	0.793	0.611	0.76
日置川	11	399	1.91	0.909	2.55	1.95	0.499	1.24	0.625	0.90
日野川	17	671	1.73	1.12	3.38	2.28	0.426	0.951	0.590	0.77
植川	8	914	1.91	1.16	2.17	1.63	0.904	2.14	1.26	1.65
古座川	14	357	1.72	1.12	2.79	1.76	0.559	1.35	0.751	0.67
大野川	6	944	1.91	1.33	2.21	1.63	0.825	1.70	1.00	0.96
奥穂川	15	459	1.76	1.34	2.90	2.13	0.493	1.97	0.653	0.62
天神川	23	481	1.48	1.14	2.91	2.76	0.382	0.452	0.461	0.70
野洲川	17	395	2.16	1.15	2.99	2.34	0.454	0.884	0.601	0.82

- ①しきい値
②流域面積 (km²)
③(外部リンクの斜面の面積)/(内部リンクの斜面の面積)
④(外部リンクの斜面要素数)/(内部リンクの斜面要素数)
⑤外部リンクでの1斜面要素当りの平均メッシュ数
⑥内部リンクでの1斜面要素当りの平均メッシュ数
⑦外部リンクでの(角数する斜面要素の総面積)/(収束する斜面要素の総面積)
⑧内部リンクでの(角数する斜面要素の総面積)/(収束する斜面要素の総面積)
⑨流域全体での(角数する斜面要素の総面積)/(収束する斜面要素の総面積)
⑩河川密度 (1/km)

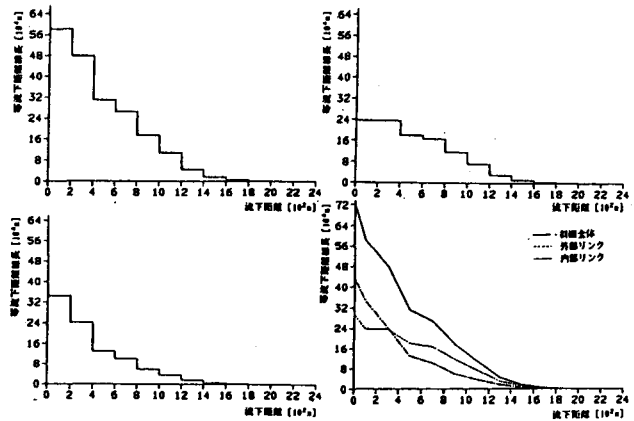


図2 日置川の流下距離分布図

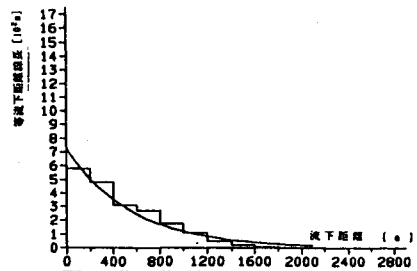


図3 指数関数への当てはめ

参考文献 高棹琢馬・宝 馨・溝渕伸一・杉原宏章 [1989]: 国土数値情報を用いた水文地形解析に関する基礎的研究, 京大防災年報, 第32号B-2, pp.435-454.