

II-46

分布型流出モデルにおけるサブ流域スケール

北見工業大学 正員 早川 博
北見工業大学 正員 内島 邦秀

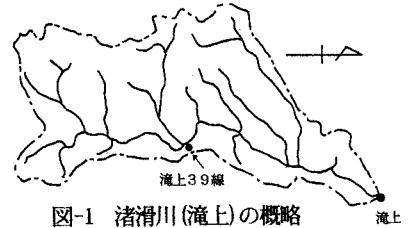
1. はじめに 近年、レーダ雨量計などの水文観測技術が進み、降雨の時・空間変動の定量的観測が可能になってきた。この観測情報を流出解析へ積極的に取り込んだ分布型流出モデルも開発されてきている¹⁾。本研究は分布型流出モデルで重要となるサブ流域スケールに注目し、流出ハイドログラフの変動特性から最適なサブ流域スケールを明らかにしようとするものである。著者は、流域面積だけが既知の仮想流域を対象に、最適な流域分割数、すなわち最適なサブ流域スケールをシミュレーションによる流出計算から求めた²⁾が、ここでは実際の流域を対象とする最適な流域分割数についての検討を行った。

2. サブ流域スケールと流出ハイドログラフの変動特性

解析対象流域は、オホーツク海に注ぐ渚滑川の滝上流量観測所から水源までの約230(km²)の流域である(図-1)。流域は河道網に従ってリンクを単位とするサブ流域に分割できるが、地形図だけでは表-1のように流域分割に限界があるので、国土数値情報を基にした模擬河道網を用いて表-1のように流域分割した。流出モデルはサブ流域に貯留関数法を適用し、サブ流域からの流出量が河道網を一定速度で伝播し河道末端で足し合わせて合成する簡単な分布型モデルである。このモデルの詳細は、文献(2)を参照して頂きたい。

まず、表-1の模擬河道にこのモデルを適用し、流出ハイドログラフに及ぼす流域分割の影響を調べる。ここで同定すべきパラメータは、サブ流域の斜面傾斜角 θ 、等価粗度係数 n 、洪水波の伝播速度 V (m/s)である。この他のパラメータも流域分割数に関係なく同じ値を用いるので、どの分割数の河道と実測値を合うようにパラメータを同定すべきかが問題となろう。今回は閾値17の模擬河道を基準に、

ピーク流量が一致するようにパラメータを決定した。ただし、斜面傾斜角は計測していないので $\theta=10^\circ$ と仮定した。図-2は実際の洪水の流出計算結果である。ここで、直接流出量の分離は減水曲線の第2変曲点による方法、有効雨量の算定は一定比損失雨量法である。図を見ると、流域分割数が少ないほどピーク流量が低



渚滑川(滝上) [1989/ 8/23]

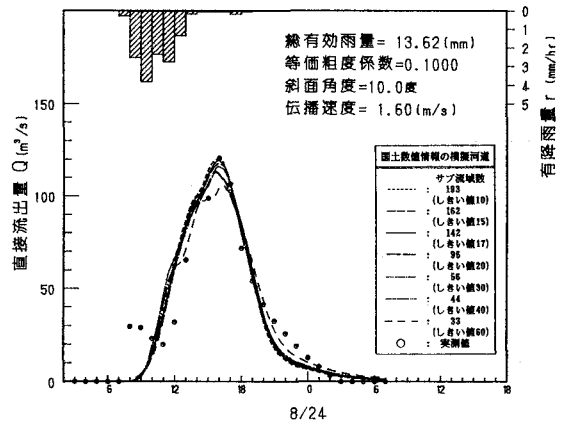


図-2 流域分割と流出ハイドログラフ

表-1 渚滑川の地形諸量の計測結果

	1/25,000 地形図	1/50,000 地形図	1/200,000 地勢図	国土数値情報による模擬河道							
				閾値10	閾値12	閾値15	閾値17	閾値20	閾値30	閾値50	閾値60
流域面積 (km ²)	238.1	238.4	235.7	235.5	237.2	236.7	235.9	235.9	235.9	240.0	240.0
単位流域数	151	123	33	193	162	142	123	96	56	44	39
マグニチュード	76	62	17	100	84	73	63	49	29	23	20
本流長 (km)	43.931	41.653	36.147	45.235	45.961	45.961	45.961	45.961	45.477	44.993	47.412
平均リンク長 L (km)	1.362	1.586	3.583	1.116	1.256	1.312	1.441	1.724	2.557	3.007	3.250
リンク長の分散 Var(L)	1.323	2.160	5.587	0.953	1.067	1.230	1.440	2.169	5.078	5.861	6.595
L in/L ex	1.275	0.952	0.990	1.242	1.332	1.553	1.441	1.288	1.272	1.292	1.501
平均単位流域 面積 A (km ²)	1.577	1.939	7.143	1.220	1.464	1.667	1.918	2.457	4.212	5.361	6.153
単位面積の分散 Var(A)	2.836	6.285	22.054	1.071	1.290	1.552	1.944	3.630	11.561	15.588	18.367
A in/A ex	1.165	0.972	0.992	0.999	1.031	1.072	0.995	0.919	0.947	0.932	1.030

く計算されるようである。これはサブ流域の斜面での降雨到達時間と降雨継続時間の関係が強く影響している。分割数が少ないとサブ流域が大きく、斜面長も長くなるので、この洪水例のように降雨強度が比較的弱く継続時間も短い場合、サブ流域からの流出量が定常に達する前に降雨が止んでしまい、合成される流量のピークも低くなるのである。流出ハイドログラフは、サブ流域数が33以下とそれ以上のグループにやや差がみられる程度で、この図だけから最適な分割数の判断は難しい。

上記のように地図の縮尺、すなわちマグニチュードを変化させると、河道網パターンはそのマグニチュードのある特定なパターンから次のマグニチュードのある特定なパターンへと遷移していくことになる。しかし、どのパターンからどのパターンへ遷移するのか一義的に決まらないので、文献(2)と同様に全ての河道網パターンとサブ流域のリンク長と面積の変動特性を考慮したシミュレーションによる流出解析手法をこの場合にも適用してみる。マグニチュードとサブ流域のリンク長・面積の平均値・分散の関係はその流域の個性を示すものであるから、渚

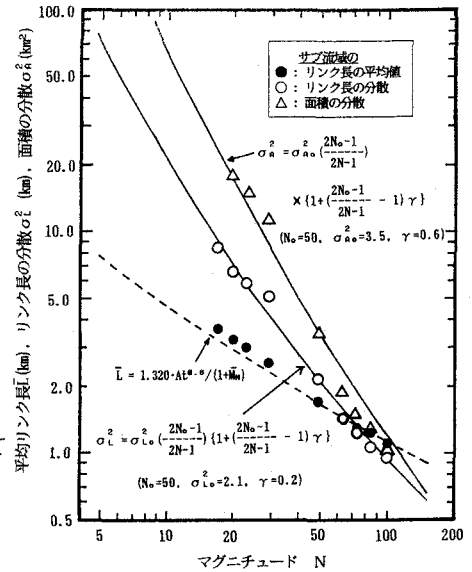


図-3 マグニチュードとサブ流域地形量との関係

渚滑川(滝上) (1989/8/23)

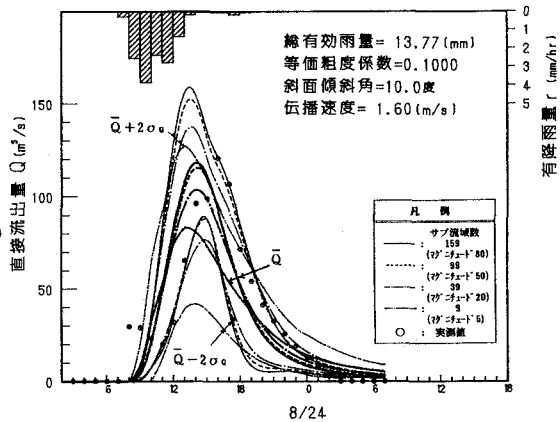


図-4 流域分割と流出ハイドログラフの変動特性

大きくなる結果が得られている。また、マグニチュードを増していくと流域が細分化されサブ流域の降雨に対する応答もよくなるので、流量の平均値も大きくなり、 $N=50$ 以上ではそれほど差はないようである。実測値も $N=50$ 以上になると $Q \pm 2\sigma_Q$ の変動の範囲内に入ってくる事が分かる。したがって、今回の降雨規模の場合には、 $N=50$ 、すなわち流域を100以上に分割することが必要である。

3. おわりに 本研究は、実際の流域を対象に、流出解析をする上で最適な流域分割数、サブ流域のスケールを解明する一手法を提案し、解析を試みた。流量の実測値は流域内のあらゆる河道網パターンと変動するサブ流域のリンク長・面積を組み合わせた流域地形構造の一つの実現値になるはずである。しかし、サブ流域のスケールによって実測流量が計算された流量ハイドログラフの変動の範囲外になる場合があることが図-4から理解でき、これを最適流域分割の判断基準の1つにできそうである。今後は多少の降雨変動があっても安定な流出ハイドログラフを得ることのできるサブ流域のスケールを解明していく予定である。

【参考文献】1) 陸・小池・早川: 分布型水文情報に対応する流出モデル, 土木学会論文集, 第411号/II-12, 1989.

2) 早川・藤田: 流域の河道網構造を考慮した流出特性, 水工学論文集, 第35巻, 1991.