

II-20 国土数値情報の水文地形解析への適用について

北海道大学工学部 正員 藤田 睦博

同 上 正員 山田 正

同 上 正員 道口 敏幸

1.はじめに 降雨流出解析にあたり流域特性の把握は、基本的な重要事項の一つである。しかし、流域特性と言ってもその内容は多様である。例えば、流路長、斜面長、流域面積、河道や斜面勾配など流域の地形に関する諸量は、量的な要素である。また、地質、土壌、植生や土地利用状況などは、質的な要素である。実流域では、これらの要素が複雑に絡み合っており、その流域の流出特性に影響を及ぼしている。

本研究は、まず研究の第一段階として流出に影響を及ぼすと思われる諸要素のデータベースとして建設省国土地理院によって整備されている「国土数値情報」²⁾の利用法について検討した。「国土数値情報」は、一般に上述した流域の地形に関する情報は小縮尺の地形図に基づいており（5万分の1または2.5万分の1）、地質、土壌などの質的な情報は小縮尺の地質図や土壌図に基づいている（20万分の1程度）。利用の立場からは、5万分の1程度のスケールの地形、地質情報が必要である。本研究では、河道網理論を利用して地形情報から地質、土壌情報を推定する可能性について吟味する。

2.河道網理論 Strahlerの河道を位数化する手法は、河道の合流にともなう連続関係を満足しておらず、流出現象と河道網との関連を調べるためには不都合である。したがって、ここではShreveの「リンク」概念を導入したmagnitude理論により解析を行う。この理論は河道網において水源（各河道最上流点）を持つ河道を外部リンクと合流点間を結ぶ内部リンクに分ける。流域のmagnitudeは、その地点までの上流側の河道網の外部リンク数である。藤田¹⁾は河道網配列パターン生起確率構造について詳しく説明している。この理論によると、流域の地形、地質や植生などが均一であれば流域のmagnitude N と総河道長 L_N および集水面積 A_N の関係は次式で表される。

$$L_N = (L_{ex} + L_{in})N - L_{in} \quad \dots\dots (1) \quad A_N = (A_{ex} + A_{in})N - A_{in} \quad \dots\dots (2)$$

ここに

L_{ex} , A_{ex} :全流域外部リンク平均河道長、平均面積； L_{in} , A_{in} :全流域内部リンク平均河道長、平均面積
式(1),(2)によると L_N , A_N とmagnitude N の関係が、直線であることを示している。実流域においてこれらの関係式をプロットしたとき、折線になるならばその位置で流域の特性が変化していることを示唆している。

3.国土数値情報と計算結果 表-1に示すように道内の一級河川10流域を選び出し、解析を行った。将来、国土数値情報の解析結果と水文資料との対応を調べるときに水文資料の入手が容易な流域である。また、表-1には国土数値情報より得られた本流河道長、流域面積と北海道河川一覧より得られた値を比較している。表中で相対誤差とは河川一覧の量を基準値としている。河道長の誤差がやや大きい、これは本手法による本流は下流端から上流側流域のmagnitudeの大きい河道を遡る河道と定義しており、必ずしも河川一覧で示される本流とは一致しない箇所や湖沼等によるためと考えらる。また、既に国土数値情報のメッシュデータを使った報告³⁾でも述べているが、メッシュの大きさが経緯度で異なっており、今回使用する点列データもメッシュ座標内の位置で表されている。長さ、面積などの量的な情報をより正確に求めるためには複雑な座標変換を行う必要があるが、データのサンプリング誤差、座標変換誤差などを考慮し、次の様な簡便法を用いた。メッシュの大きさは経度より緯度による違いが大きく、日本中央付近での基準メッシュを1とすると、UTM座標変換で求めた稚内付近のメッシュは0.9058、函館付近で0.9667となる。この数値より、面積の場合は補正係数として0.93、長さの場合は0.96を乗じている。表-1の面積、長さはこのような簡便法を用いているが結果からみるとほぼ妥当であると考えられる。石狩川、十勝川や天塩川などの北海道を代表する大河川が抜けているのは大河川の流域全体を扱うには計算機の容量が不足し、流域分割を行う必要があるからである。

図-1は対象とした流域の流域界、河道網を示し、aは起伏量、bは表層地質との合成である。国土数値情報の起伏量の定義は、1kmメッシュを0.5kmごとに分割し、各分割点間の最大標高差である。流域の勾配の指標と考えられる。図中流域界線と同じくやや太い線で流域を横断している線が後述する上下流分離位置を示している。図中の各河道はそれぞれ集水界を持ち、それらをすべて加えると表-1の流域面積となる。オリジナルな点列データは2次メッシュ単位（基準メッシュを縦横10個並べた大きさ）で横方向（経度方向）、縦方向（緯度方向）の順に並べてある。このことは一本の河道がメッシュの途中で切れることになり、計量の際大変不便である。そこで、初めにメッシュで切れている河道、流域界を一本の線になるようデータを並び換え、長さ、面積を計算、次いで本流を検索して最上流部から各合流点でのmagnitude、河道長、集水面積などを求めて、Linkage fileを作る。このファイルを見るとある合流点でその上流側の諸量が一目で分かる。

図-2は、本流に合流する支流の合流点ごとにmagnitudeとその点までの累加河道長、集水面積の関係を示している。図中□印は面積を、○印は河道長を表す。一点鎖線、破線は全流域に関する A_{in} 、 A_{ex} 、 L_{in} 、 L_{ex} を用いて式(1)、(2)を図示したものである。流域全体に渡って地形、地質などの特性が均一であれば、これらの直線と実測値である□、○印は一致するはずである。例えば、図-2・6の渚滑川などはこれに相当している。図-2・2の尻別川のように屈曲点のある場合、この屈曲点で流域を二分割してそれぞれの流域で A_{in} 、 A_{ex} 、 L_{in} 、 L_{ex} を求め、これらの値より得られる式(1)、(2)を実線で示している。図を見ると必ずしも屈曲点が一つでない流域もあるが細分化すると特性評価が難しくなるためここでは二分割とした。図-2によると面積～magnitude関係の方が河道長～magnitude関係より傾向が明確なので以後面積を指標にした解析を行う。図-2を整理すると以下のようになる。

- 1) 流域全体が均一である流域（留萌川、沙流川、渚滑川、常呂川）
- 2) 凸型の折線流域（後志利別川、尻別川、網走川）
- 3) 凹型の折線流域（鱒川、湧別川）

上に折れる場合は上流側では河道網が粗で下流側で河道網が密に発達している。すなわち、地形特性が上下流で同一ならば地質の硬軟の程度が河道網の発達の程度に影響していると考えられる。図-1の地質、起伏量合成図でみると、網走川で上流域の地質において固結物や岩類が多く、湧別川では少ない。渚滑川では上下共に分布するなど、地質との関係が予想される。尻別川を見ると流域全体が火山性岩石に覆われ上下流で差異は明瞭ではない。この流域では下流部で起伏量が上流部に比べ大きく、起伏量との関係が予想される。そこで横軸に閾値（地質は未固結物（砂・礫など）と火山灰、起伏量は200m）によるメッシュの面積支配率を、縦軸に図-2の理論線の勾配を取ったものが図-3、4である。地質では明かに支配率と負の相関が認められる。つまり、流域内に未固結物・火山灰等が多くなるほど A_{in} 、 A_{ex} などの値が小さくなっている。また、起伏量でみると回帰線が二次曲線となり、河道網が発達する最適な起伏量が存在することが予想されるが、現時点ではその量がどの程度なのかは判明していない。釧路川は上流に屈斜路湖があるため理論とは一致せず、湖に対する取扱の不備によるものと考え解析から除外した。

4.まとめ 以上のように本報告では各流域の河道網特性と地質、起伏量について検討を加えてきた。この結果、地質との関係を見だし、起伏量については傾向を取り出した。このように当初、第一目標にしたデータハンドリングは確立できた。今後、他のデータとの関係を検討して行く予定であり、最終的には実際の水文資料を使った流出解析を行う。

【謝辞】 本研究を遂行するにあたりご協力を頂いた開発局星氏、開発士研の中津川氏に感謝を表します。
参考文献

- 1) 藤田睦博：河道網における支流の分布特性に関する研究、土木学会論文報告集、Vol. 246、1976
- 2) 建設省国土地理院：国土数値情報、国土情報シリーズ2、1987
- 3) 道口・藤田・山田・長谷川：アメダスと国土数値情報を利用した北海道地域における降雨特性について、土木学会北海道支部論文報告集、PP. 261～266、1988

表-1 北海道河川一覧（北海道土木協会編（1/50000地形図））と国土数値情報の流域面積及び本流流路長の比較

河 川 名	magnitude	北海道河川一覧		国土数値情報（相対誤差(%)）		備 考
		流域面積(Km ²)	流路長(km)	流域面積(Km ²)	流路長(km)	
留 萌 川	14	273.4	43.5	274.24 (0.31)	42.78 (-1.66)	河口に網走湖 上流屈斜路湖
尻 別 川	114	1631.7	125.7	1606.31 (-1.56)	118.44 (-5.78)	
後志利別川	39	722.9	80.1	705.15 (-2.46)	75.24 (-5.07)	
鷲 川	54	1240.9	135.0	1230.23 (-0.86)	130.85 (-3.07)	
沙 流 川	62	1337.2	103.8	1325.65 (-0.86)	106.03 (2.15)	
渚 滑 川	59	1235.0	83.6	1245.90 (0.83)	71.14(-14.90)	
湧 別 川	67	1458.1	86.7	1511.58 (3.67)	91.76 (5.84)	
常 呂 川	90	1902.8	120.2	1925.78 (1.21)	121.02 (0.68)	
網 走 川	67	1367.3	93.6	1386.39 (1.40)	91.27 (-2.49)	
釧 路 川	114	2357.6	154.1	2486.76 (5.48)	138.00(-10.45)	

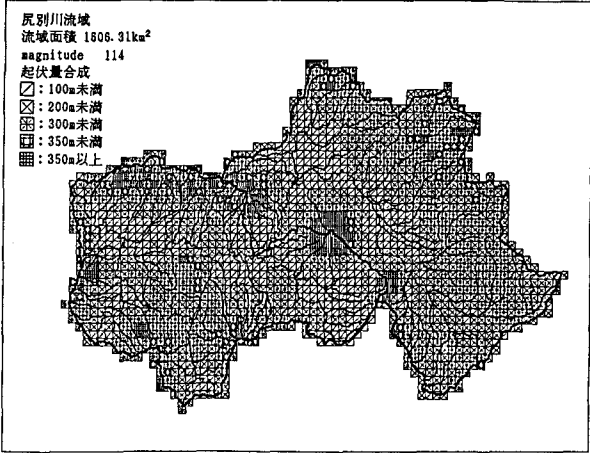


図-1・1-a 尻別川河道網位置流域境界位置と起伏量合成

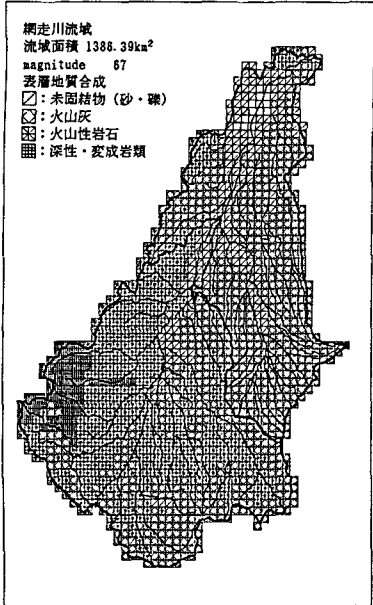


図-1・2-b 網走川河道網位置流域境界位置と表層地質合成

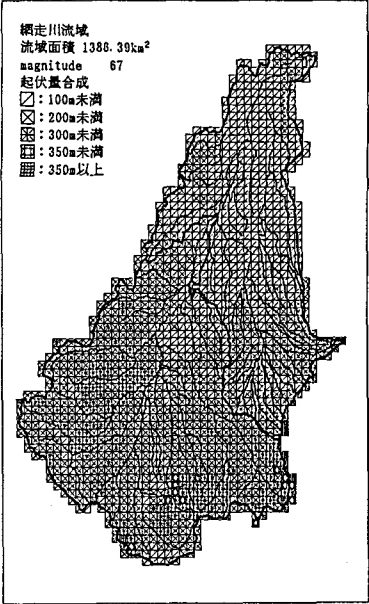


図-1・2-a 網走川河道網位置流域境界位置と起伏量合成

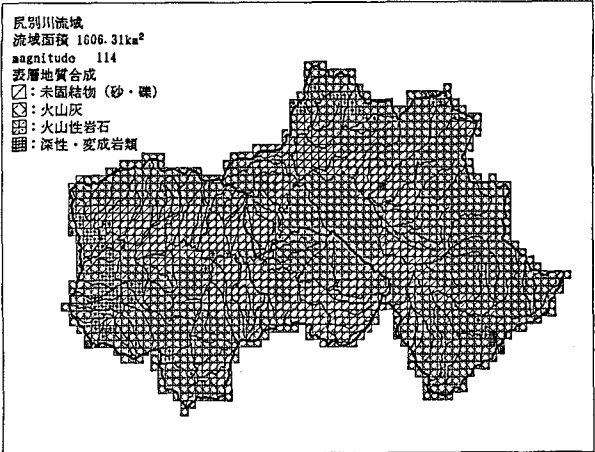


図-1・1-b 尻別川河道網位置流域境界位置と表層地質合成

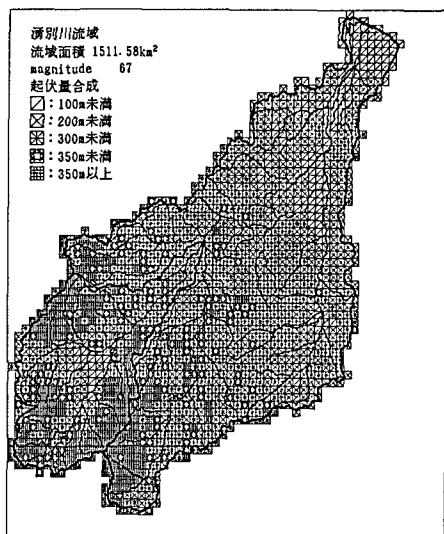


図-1・3-a 湧別川河道網位置流域界位置と起伏量合成

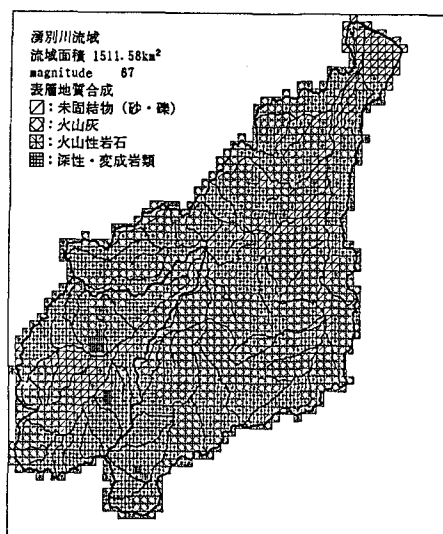


図-1・3-b 湧別川河道網位置流域界位置と表層地質合成

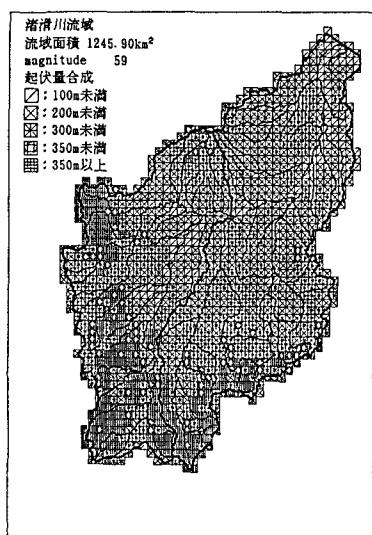


図-1・4-a 渚滑川河道網位置流域界位置と起伏量合成

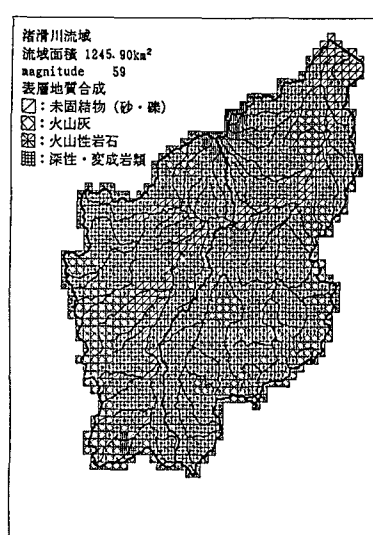


図-1・4-b 渚滑川河道網位置流域界位置と表層地質合成

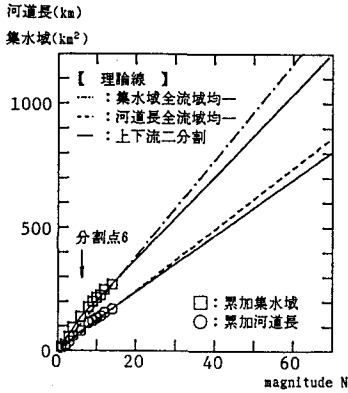


図-2-1 留明川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

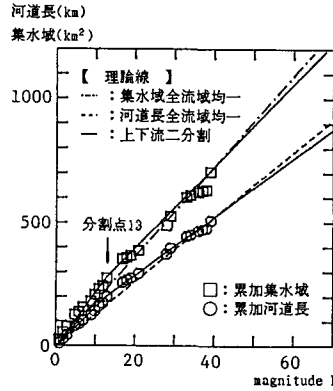


図-2-3 後志利別川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

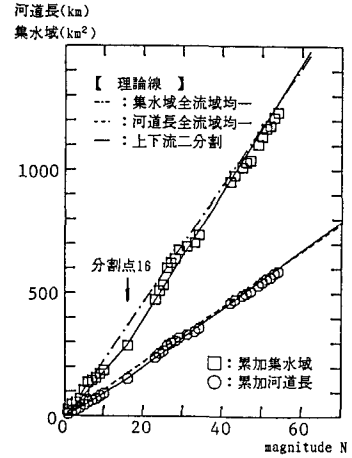


図-2-4 鶴川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

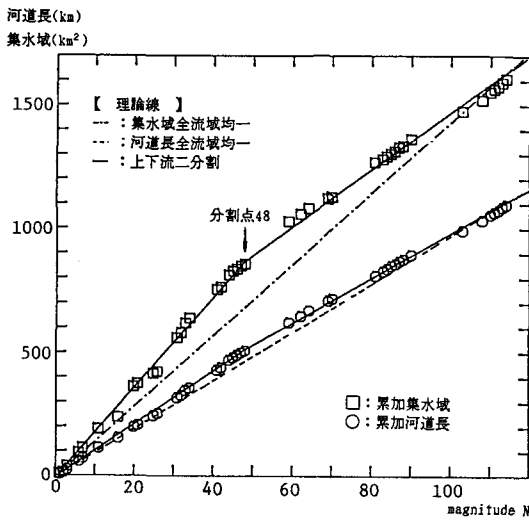


図-2-2 尻別川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

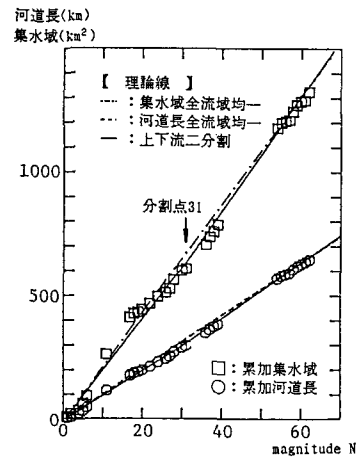


図-2-5 沙流川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

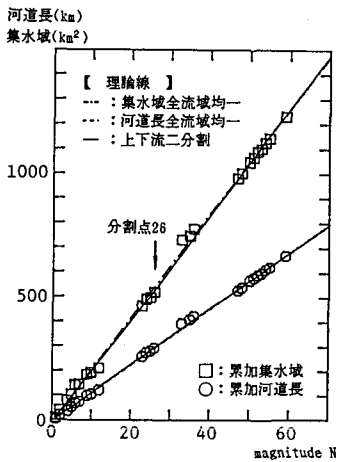


図-2-6 渚滑川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

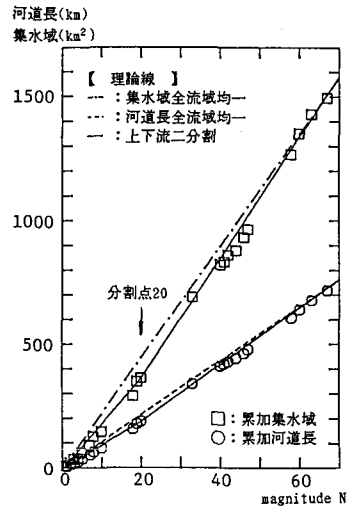


図-2-7 湧別川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

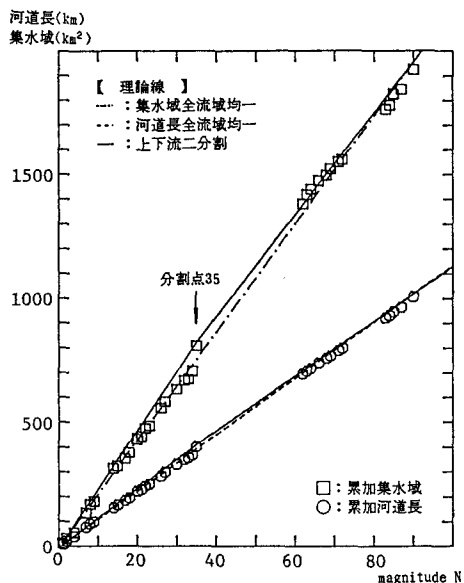


図-2-8 常呂川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

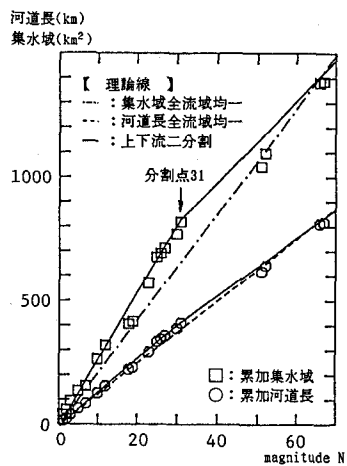


図-2-9 網走川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

理論直線勾配

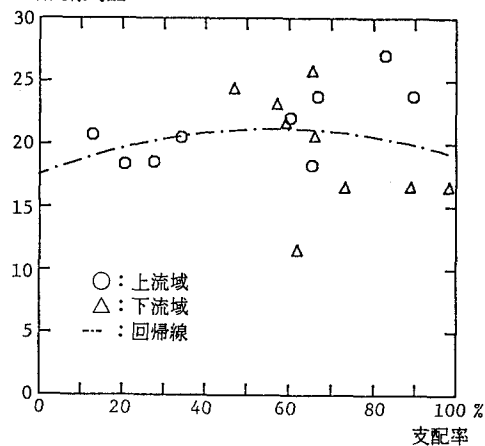


図-3 上下流域起伏量200m未満の支配率 に対する理論直線勾配

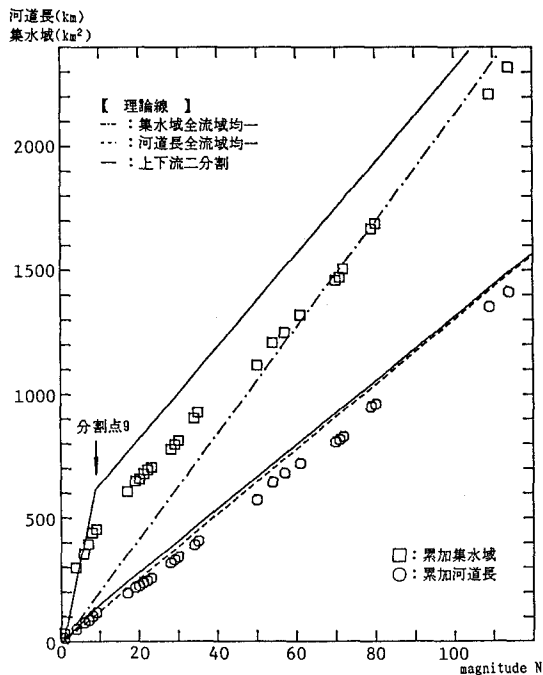


図-2-10 釧路川本流合流点でのmagnitude N に対する累加集水域、累加河道長

理論直線勾配

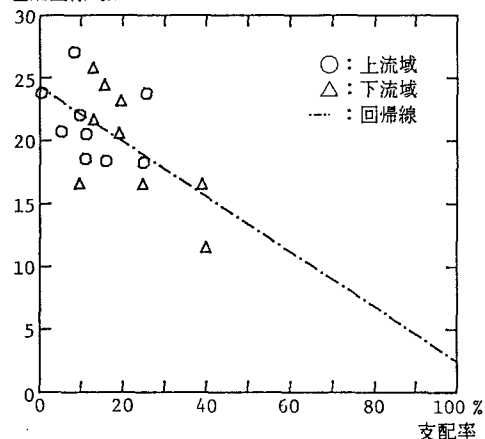


図-4 上下流域表層地質未固結物・火山灰の支配率 に対する理論直線勾配