

II-157 河谷勾配に関する一考察

名古屋大学 正員 足立 昭平

〃 〃 〇 尾 関 茂

河川流域の地形特性を計量的に記述しようとする試みは、Horton の河道配列に関する経験的地形則に始まる。その理論的背景、さらに流出系モデルとしての地形則の意義については、高村らのすぐれた研究がある¹⁾。本報告は、河川上流域について、降雨と流域地形・地質との間にある種の平衡状態が存在するはずであるという観点から、河谷勾配と流域面積との間の関係式を追求したものであり、ここに述べる結果はなお限られた事例ではあるが、両者の関係が流域の地形特性として定まるという推論を一応裏付けていると考えられる。

1. 河谷勾配と流域面積との対応に関する考察

河谷の微視的な変動は対象の外におき、河谷形成に関する概念的な支配流量ともいべきある種の平均流量 Q を想定できるものとし、抵抗則として Manning 式を適用できるものとすれば、河谷勾配 i は、

$$i = \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^3} \quad \dots\dots (1), \quad A = b R^m \quad \dots\dots (2)$$

のように書きあらわされる。ここに、 n は粗度係数、 A は流水断面積、 R は径深であり、式 (2) は流水断面形状に対する便宜的表現であって、 b および m はその断面係数である。

河谷が流水の流砂能力と河床材料との間にある種の平衡状態として形成されるという観点に立てば、 n および断面係数 b および m を対象流域の地質的特性値と見なすことが許されよう。抵抗則としての Manning 式の適用は一つの仮説であるが、流水の摩擦速度 U_{*} が河床材料の移動限界と対応から同様に対象河谷の特性量と見なせるものとすれば、

$$\frac{8 n^2 Q^2}{R^{\frac{5}{3}} A^2} = U_{*}^2 \quad (\text{河谷の特性値}) \quad \dots\dots (3)$$

したがって、式 (1) は上式と断面形状に関する式 (2) を用いて、

$$i = \alpha Q^{-6/(6m+1)}, \quad \text{ここに} \quad \alpha = \left(\frac{U_{*}^{2m+2} \cdot b}{q^{m+2} \cdot n} \right)^{6/(6m+1)} \quad (\text{河谷の特性値}) \quad \dots\dots (4)$$

となる。一方、流量 Q は流域面積 F と有効雨量 Y_e との積で与えられるものであり、降雨が対象流域の地理的特性に支配され、流出率は対象流域の地質的特性に支配されるものと考えれば、結局、河谷勾配と流域面積との間に次式のような関係式が期待されることになる。

$$i = \alpha' F^{-6/(6m+1)}, \quad \text{ここに} \quad \alpha' = \alpha Y_e^{-6/(6m+1)} \quad \dots\dots (5)$$

2. 小渋川上流域における河谷勾配と流域面積の実例

小渋川は、天竜川上流の主要な大支川の一つであり、その源流は南アルプスの主峰赤石岳に始まる。図-1 に対象流域として選んだ各流域の位置と、概略の地質構成を示す。

河谷勾配と流域面積の算定は、国土地理院 1/50,000 地形図により、まず、河谷線と等高線との交点を適当な標高差（下流では 40m, 60m, 上流 100m）で選び、各交点間の距離から河谷勾配を求め、つぎに各交点に対称集水域の分水界を地形図に描き、その分水界で囲まれた面積を計測して、各交点の流域面積を求めた。図-2 は、このようにして求めた各対象流域の主流路における河谷勾配と流域面積との対応を示したものであり、若干の点

の散らばりはあるが、各流域について式(5)の形式が十分に適用できるものと判定される。各流域ごとに、式(5)が成立するものとして、係数 α' および指数 m を最小自乗法によって算定すれば、同図中の表のようである。なお図中の直線はこれらの α' 、 m の値に対応する式(5)の $i \sim F$ をあらわす。流水断面形状がV字の三角形であれば、 m の値は2に近いものと考えられ、ここに得られた m の値1.5~1.9はその意味からも妥当な値と考えられる。また、隣接する流域を対象としているから、 α' および m に大きな差がなく、地質構成の相違による違いは顕著ではないが、この4流域については、 m が小さいものほど α' が大きい。このことは、河谷の流水断面形状がV字形に近いものほど粗度係数が大きいというようにも解釈することができ、式(5)の妥当性を裏づけているようにも思われる。河川位数と式(5)との対応については、この範囲では明らかでないが、山地最上流部の小流域に対して、こうした推論の成立は雨水流出の問題だけでなく、土砂流出の推算に対しても有用であろう。

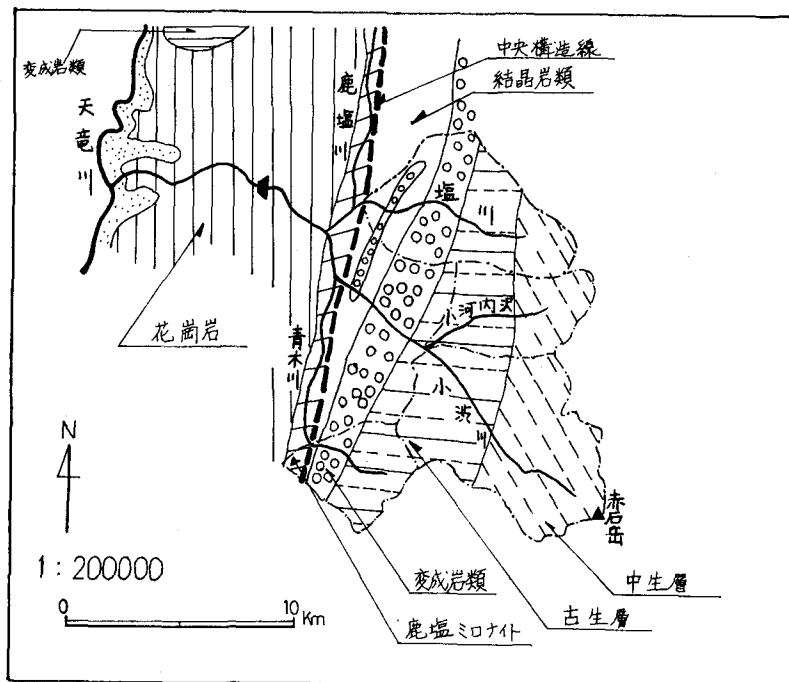


図-1 流域概要および地質構成図

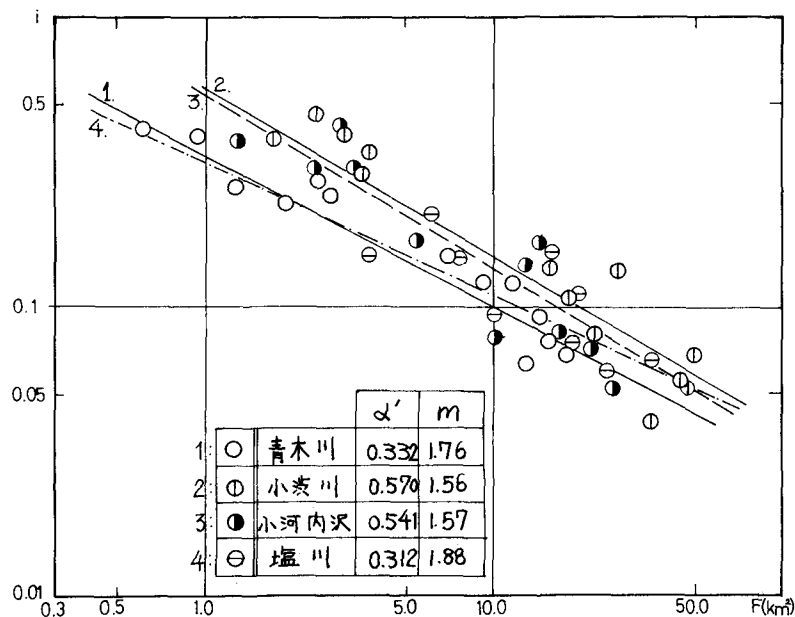


図-2 河谷勾配と流域面積の関係

参考文献

- 1) 石原藤次郎, 高柳琢馬, 瀬能邦雄: 河道配列の統計則に関する基礎的研究, 京大防災研究所年報, 第12号, 昭和44年。