

# GIS を用いた Horton 解析による流域地形の特性

五十里和也・卯田強

## Geomorphological difference of drainage basins caused by different agencies and their conformity to the Horton's law

Kazuya Ikari and Tsuyoshi Uda

**Abstract:** 宗谷丘陵・大雪山火山群・日高山脈・屈斜路火山群は、さまざまな地形形成作用が働く北海道の代表的な山地である。これらについて起伏量や谷密度などを求め、Horton 解析を行なった。

その結果、地形的特徴が異なるにも関わらず、いずれも Horton 則はおおよそ成立していることがわかった。しかし細かくみると、流路長や起伏量などの比が一定にならない流域も見られるため、Horton 則は地形形成作用の違いによって成立しない可能性があることが示唆された。

**Keywords:**Horton 則(Horton's law),DEM(Digital Elevation Model),GIS(Geographic Information System)

### 1. はじめに

流域は地形を形成する単元の一つである。その幾何学的特性の数量的把握のさきがけとなった研究は Horton(1945)によって行なわれた<sup>1)</sup>。彼は最上流の流路を1次谷とし、同じ次数の流路が合流すると次数が高くなるとして次数区分したときに、以下の関係が成立することを明らかにした。

$$\text{分岐比一定} \quad R_b = N_\omega / N_{\omega+1} \quad ①$$

$$\text{流路長比一定} \quad R_l = \bar{L}_{\omega+1} / \bar{L}_\omega \quad ②$$

$$\text{流路勾配比一定} \quad R_s = \bar{S}_\omega / \bar{S}_{\omega+1} \quad ③$$

$$\text{流域面積比一定} \quad R_a = \bar{A}_{\omega+1} / \bar{A}_\omega \quad ④$$

$$\text{起伏量比一定} \quad R_r = \bar{R}_{\omega+1} / \bar{R}_\omega \quad ⑤$$

これらは一般に「Horton 則」とよばれる。このうち水系要素に関するものが①と②であり、流域要素に関するものが③、④、⑤である。これらは次数に対し

て、片対数グラフ上で直線関係となる。

この法則は極めて普遍性が高く、多くの研究がなされてきた。たとえば、数学的理論を用いた研究によると、流路の発生を Random Walk としても、Horon 則は成立することが明らかにされ<sup>2,3)</sup>、実証的研究においてもそれが証明されている<sup>4)</sup>。しかし、これらの多くが、地形発達に作用する営力として河川の正規侵食のみを与えたものである。

北海道は侵食・火山活動・構造運動が顕著なうえ、氷河・周氷河作用という寒冷地特有の地形形成作用がはたらくため<sup>5)</sup>、必ずしも Horton 則が適用できるとは限らない。本研究では、異なる地形形成作用が働く山地の地形的特徴を明らかにするとともに、Horton 則の適合性を検討することとした。

### 2. 検討方法

宗谷丘陵、大雪山火山群、日高山脈、屈斜路・阿寒火山群の4山地を例にして、50m-DEM から 1km メッシュごとに起伏量・傾斜角・水系頻度を求めた(表1)。起伏量は最高・最低標高の差分で、谷の深さを表わす。

五十里:〒950-2112 新潟県新潟市西区五十嵐2の町 8050

新潟大学大学院 自然科学研究科

E-mail: k\_ikari@yahoo.co.jp

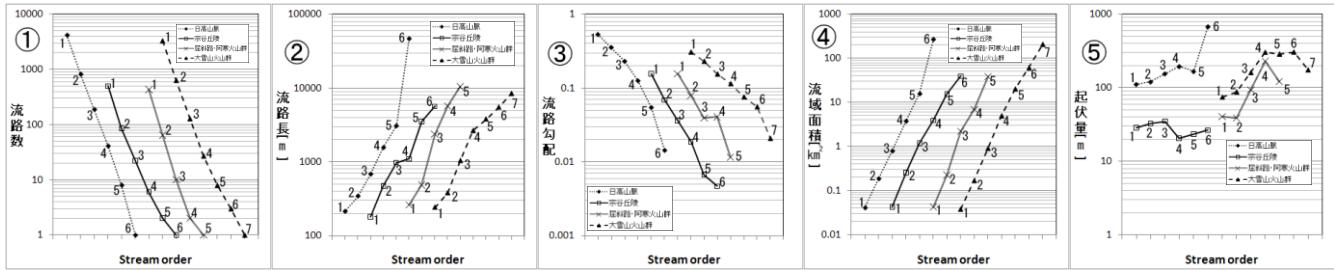


図 1. 各山地の Horton 解析結果

傾斜角はメッシュ内の傾斜の平均値である。水系頻度は流路の数で、地形の開析の程度を表わす。

また、山地の最高峰を水源とする流域地形に Horton 則を適用し、①～⑤を片対数グラフ上にプロットした（図 1）。

### 3. 計測地域の地形的特徴

大雪と日高は共に北海道の脊梁をなす山地であるが、平均標高は約 250m 大雪の方が高い。これは、大雪は全体として台地状であることを表わしている。すなわち日高と比べて起伏量・傾斜角が小さい。一方、日高は水系頻度も高く、深く険しい流路が多く刻まれた急峻な山地であるといえる。

一方、屈斜路の平均標高は日高よりも 130m 低い程度であるが、起伏量と傾斜角は 140m, 9° と大きな差があるため、屈斜路は比較的標高が高く緩やかな山地であるといえる。また、宗谷は全てのパラメータが最も小さく、地形があまり開析されていないなだらかな丘陵地である。

### 4. Horton 則の検討

図 1. を比較すると、⑤以外は一定の比例関係は認められる。したがって、Horton 則はおおよそ成立している。

特に、直線から外れる流路に注目すると、宗谷では流路長比と起伏量比は、1～3 次と 4～6 次が一定となるが、4 次流路の値が小さい。また、大雪では流路長比・起伏量比の値は 3～4 次が大きく、4～7 次ではやや小さい。一方、日高では 6 次流路が極端に長く、同様に起伏量と面積も大きくなっている。

表 1. 山地の地形を表わすパラメータ

	宗谷	大雪	日高	屈斜路
最高峰[m]	427	2291	2052	1545
平均標高[m]	88.59	808.15	555.94	421.38
起伏量[m]	93.25	246.10	318.30	175.23
傾斜角[°]	9.24	16.22	21.53	12.73
水系頻度[本]	22.17	33.40	31.75	29.35

るが、勾配は小さい。屈斜路では、3～5 次の流路長比・起伏量比が大きく、また 4 次流路の勾配が大きい。しかし最大次数が 5 と最も小さく、高次の流路数も少ないので、高次流路の合流頻度が少ない山地であるといえる。

いずれの山地も直線から外れる流路のトレンドが異なることが明らかになった。このことは、地形形成作用もしくは地域的格差が原因となって Horton 則が成立しないこともまた示唆している。

### 5. 参考文献

- 1) Horton (1945), Bulletin of the geological society of America, 56, 275-370
- 2) Leopold and Langbein (1962), U.S.Geological Survey Professional Paper, 500-A, 1-20
- 3) 植根・島野 (1974), 東京教育大学地理学研究報告, 18, 39-52
- 4) Morisawa(1962), Geological society of America Bulletin, 73, 1025-1046
- 5) 小疋 (2003), 『日本の地形 第 2 卷, 北海道』