

日本の扇状地とその上流域における地形特性値間の関係の分析

Analysis of Relationships between Morphometric Properties for Alluvial Fans and Source Areas in Japan

落合 翔^{1*}, 小口 高², 早川 裕弐²

Sho Ochiai^{1*}, Takashi Oguchi², Yuichi S. Hayakawa²

¹東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻, ²東京大学空間情報科学研究センター

¹EPS, Tokyo Univ., ²CSIS

扇状地とその上流域の研究は、山麓地帯での地形形成作用や、土砂災害に対する知見を深めるために有用である。特に、扇面傾斜 (S_F)、扇面面積 (A_F)、集水域の傾斜 (S_B)、集水域の面積 (A_B) がしばしば研究されており、多くの既存研究が、 $S_F = aA_B^b$ 、 $A_F = cA_B^d$ 、 $S_B = eA_B^f$ で表される累乗則の成立を示した。ここで、 a 、 c 、 d 、 e は正の定数、 b 、 f は負の定数である。しかし、いくつかの既存研究は、土砂の供給・運搬・堆積プロセスが大集水域と小集水域で異なることを指摘している。そのため前記の累乗則は、全ての扇状地に対しては必ずしも成立しない可能性がある。さらに既存研究の多くは、面的な積分値である S_B を計測せず、その代用値を用いている。これらの点を踏まえ、本研究は実際の S_B の値を計測し、各地形特性値の特徴と相互関係を A_B の大きさで区分したグループごとに分析した。対象は日本国内の490個の扇状地である。地域的要因を検討するために、扇状地を7つの地域ごとにも区分した分析も行った。扇状地の領域と集水域の抽出、各地形特性値の計測には、地理情報システム (GIS) と水平分解能50 mの数値標高モデル (DEM) を用いた。さらに、供給土砂の礫径も S_F を決める要因の一つであるため、扇頂付近で計測された礫径データも分析した。

各地形特性値の相互関係を分析した結果、 A_B の区分に対応した相違が認められた。まず、大集水域を持つ扇状地は S_F が小さく、約0.4を下限としてほぼ一定化していた。また、 A_B - A_F 間には明瞭な正の相関があったが、大集水域を持つ扇状地は、この回帰式の傾きが大きかった。さらに A_B - S_B 間の傾向も、 A_B に依存して変化した。これらの相違は、扇状地を地域ごとに区分して分析した場合により明瞭になり、 A_B が大きくなると S_B は20~25° に収束した。回帰分析については、多くの地域で統計的に有意な結果にはならなかったものの、 A_B の区分ごとに有意に回帰係数が異なる地域もあった。さらに、大集水域を持つ扇状地の礫径は、小集水域を持つ扇状地のものに比べて小さかった。

これらの結果は、一つの累乗関数を用いて各地形特性値間の関係を説明することが妥当でないことと、 A_B の大きさによって扇状地の形成プロセスが変化することを示している。この原因として、 A_B の大きさによる土砂生産の様式の違いが考えられる。 A_B が大きい場合、 S_B が地域の平均的な傾斜に近づくため、前記のように S_B がほぼ一定化する。そのため、集水域の単位面積当たりの土砂生産量や、土砂の礫径も一定化し、 S_F も一定化した可能性がある。また、土砂の運搬・堆積様式も A_B によって変化する。既存研究は、 A_B が大きい場合には、土砂が扇状地に達するまでに複数回の洪水が必要であると指摘している。逆に A_B が小さい扇状地は、土石流が堆積しやすいなど、より直接的な土砂供給に影響される。このことが、大集水域を持つ扇状地で S_F が小さいことの原因の一つと推測される。さらに、扇面における土砂の再分配が、大集水域を持つ扇状地では卓越していると考えられる。これも A_B が大きい場合に S_F が小さく、 A_F が大きい原因の一つだと考えられる。以上の解釈は、 A_B が大きい扇状地で礫径が小さいことや、地域間での傾向の差からも支持される。

キーワード:扇状地,集水域,扇面傾斜,流域面積,地形特性値, GIS

Keywords: Alluvial fan, Drainage basin, Fan slope, Basin area, Morphometric property, GIS