

# 論文審査の結果の要旨

氏名 張 文

本論文は6章からなり、第1章は研究の背景と既存研究の特徴、第2章は調査地域の概要、第3章はデータと手法の解説、第4章は得られた結果、第5章は結果に基づく考察、第6章は研究の結論について述べられている。

本論文の主題である丹霞地形は中国で定義された侵食地形であり、赤色砂岩と急な崖で特徴付けられる。2010年に世界遺産に登録されたこともあり、国際的にも関心を集めつつある。しかし中国での過去の丹霞地形の研究は、地形の定義、分類、定性的な地形の特徴の記載が中心であり、定量的な地形計測に基づく研究はほとんど行われてこなかった。そこで本論文では、デジタル標高モデル (DEM) から得られた多数の地形指標を用いて、丹霞地形の特徴を定量的かつ客観的に記述した。その結果に基づき、地形の特徴が侵食の発達段階に応じてどのように変わるかを詳しく明らかにした。また、デジタル化した地質図と地理情報システム (GIS) を用いて、地形の発達に地質が及ぼす影響を検討した。

本論文では中国南東部の亜熱帯地域に位置し、世界遺産に登録されている赤水、丹霞山、龍虎山の3地域の丹霞地形を取り上げた。これらは順に、幼年期、壮年期、老年期の地形と解釈されてきた。解像度30mのDEMであるASTER GDEMを用いて地形の詳しい分析を行った。たとえば水系網と流域をDEMから自動的に抽出し、水系網の特徴を表す基本的な指標である水系密度、分岐比、流長比、流路の流下方向などを求めた。また、流域の地形的特徴を表す基本的な指標である平均傾斜、相対起伏、ヒプソメトリック・カーブ、ヒプソメトリック・インテグラル (HI)などを求めた。これらの計算には、GISとともにMatlabのコードなども活用した。さらに、流域の縦断面、横断面、および「ハックの断面」を抽出した。一方、河川の流路に沿ってSL (流路長・勾配) 示数を算出し、さらに河床の高度が回帰関数による想定値よりも大きく異なる「異常点」と遷急区間を河川縦断面の形状と勾配の分析に基づいて抽出した。流域の横断面形については、幅、起伏、勾配、高度、およびそれらの統計的モーメント (平均、標準偏差、歪度、尖度) を算出した。これらの多数の地形指標を用いて、指標相互の関係および地形と地質との関係を分析した。

得られた結果から、3地域の地形には地形の発達段階の違いと関連した明瞭な差異があることが判明した。HIの値からは、以前に定性的な観察から推定されていた地形の発達段階の妥当性が検証された。傾斜、起伏、水系密度の値、および各種地形指標の相互関係にも、地形の発達段階との対応が認められた。

水系網の分析によると、断層の分布が密な丹霞山では断層によって水系の方向が決ま

る傾向が強く、大局的な地形の勾配の影響が強い他地域とは異なる。各地域内で見ると、ヒソメトリック・カーブの形状、HI の値、遷急区間の分布と形状、SL の値、ハックの断面は地質の影響を強く受けており、後二者は断層の影響も受けている。また、異常点の分布は遷急区間と一致することが多い。赤水では、地域内において水系密度と傾斜の関係が大きく変化する傾向があり、これは支流域の相対位置に規定されている。また、赤水と他地域を比較すると、同様の水系密度と傾斜との関係が大きく異なった地形発達の段階を示すことも判明した。

また、地形指標相互の相関が有意となっている数は、赤水、丹霞山、龍虎山の順に増加する。これは、侵食により地形発達の段階が進むにつれて、より調和のとれた丹霞地形が形成されることを示唆している。一方、指標相互の相関に基づき、今後の丹霞地形の研究で優先的に用いるべき指標を明らかにした。たとえば HI は地形の発達段階に関わらず、他の指標とは独立の値をとるため、優先的に使用すべきと判明した。

本研究での結果を、丹霞地形の発達に関する既存研究での定性的モデルと比較したところ、傾斜、起伏、水系密度の特徴の変化が以前は適切に表現されていなかったことが判明した。また、地質の違いによる地形の違いも既存のモデルでは考慮されていなかった。本論文では、これらの問題を解決した新たなモデルを提唱した。

以上の内容からなる本論文は、丹霞地形の研究に際して初めて定量的な地形解析を広域に適用したものであり、研究の客観度を高めたものとみなされる。また、単に地形の特徴を表現しただけではなく、特徴を地形発達の段階と関連づけることにより地形発達の新たなモデルを提示し、さらに地質の影響も考慮した優れた研究といえる。

なお本論文の第3～5章は、小口 高、早川裕一、彭 华 (Hua Peng) との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士 (環境学) の学位を授与できると認める。

以上 1985 字