

論文審査の結果の要旨

氏名 陳 昊

本論文は中国貴州省のカルスト地域を対象に、地形、土地利用、砂漠化、土壌侵食に関する検討を行ったものであり、9章で構成される。第1章は研究の背景と目的の記述、第2章は対象地域の概要、第3章はデータと手法の解説、第4章はカルスト地形の分類、第5章はカルスト地形の定量的解析、第6章は土地利用の分析、第7章は土壌侵食の評価、第8章は環境問題に対する提言、第9章は研究のまとめについて述べている。

カルスト地域は世界の陸地の約2割を占め、地下水資源をともなうため世界の1/4以上の人口が集まっている。しかし、地盤の陥没によるシンクホール形成、表層土壌の侵食、石灰岩が露出する砂漠化といった多様な環境問題や災害が発生する。これらの問題や災害は、しばしば人間活動に由来するが、土地の基本的な特性である地形を踏まえて理解する必要がある。実際、カルスト地形の特徴、起源、進化、規定要因などの検討が古くから行われてきた。この種の研究は、近年のDEM（デジタル標高モデル）とGIS（地理情報システム）の発展を通じて定量化と客観化が進んだ。しかし、カルスト地域の地圏環境を、複数の要素の詳しい分析を踏まえて総合的に検討した研究は少ない。そこで本論文は、中国貴州省の典型的なカルスト地域の地形、土地利用、土壌侵食を詳しく調査し、自然と人為がカルスト地域の環境に与える影響を検討した。検討の際にはDEMとGISをおもに活用し、さらに衛星画像や現地調査のデータも利用した。

最初にカルスト地域に関する既存研究をレビューした。カルスト地形の分類と解析、環境問題、土壌侵食、土地利用の研究事例を収集・整理し、現状での問題点を指摘した。それを踏まえて、カルスト地形の半自動的な分類を行い、さらに地形計測、土地利用の分析、土壌侵食の分析を、分類した地形を考慮して行った。

対象地域は貴州省の西部に位置するZhjin（織金県）およびWeining（威寧彝族回族ミャオ族自治州）の二つである。これらは貴州高原の上位と中位の地形面に位置し、石灰岩類の地質が卓越し、多様なカルスト地形が分布する地域である。

基本的な地形データとして、貴州省地質調査所が整備した1万分の1地形図から作成したDEM、それを間引いて作成した多様な解像度のDEM、および既存の全球DEM（ASTER-G、SRTM）を使用した。また、1988～2010年のランドサット衛星画像や貴州省地質調査所による水文地質図も利用した。

DEMを用いて地形をシンクホール、コックピット、タワー、その他の低地に分類するアルゴリズムを提案した。最初にシンクホールと凸地形を抽出し、後者をコックピットとタワーに分けた。次に、分類された個々の地形について、面積、周辺長、長軸の長さ、長軸の方向、円状率、起伏、傾斜、最大傾斜方向、曲率、体積、粗度などを算出した。また、土地利用を農地、林地、草地、水面、人工地域に大別した後、細分した。さらに、Weining地域内のMawo（麻窩）盆地において、汎用的な土壌侵食モデルのRUSLEと盆地底に堆積した土砂を用いて、土壌侵食速度を評価した。

検討の結果、解像度が高い DEM に最小面積など 3 つの閾値を適用することによりシンクホールを高精度で抽出可能と判明した。シンクホールの分布は断層の分布に規制されることも明らかとなった。また、タワーとコックピットは地形のピークの数を通じて合理的に分類された。各種の地形特性は正規分布もしくは対数正規分布を示すことが多く、タワーとコックピットでは地形特性に有意な差があることも示された。一方、急峻な場所でも農業的土地利用が卓越し、そのために 20 世紀末に砂漠化が進んだことが定量化された。また、RUSLE による斜面の土壌侵食速度の推定は、盆地の底に近年堆積した土砂の量と良く対応し、それを踏まえて地形別、土地利用別の侵食の特徴を議論した。

上記の検討結果を踏まえて、地域の持続的発展のための提案を行った。地形の種類や地質に対応した土地利用の規制が必要であり、たとえば断層の近隣での灌漑農業はシンクホールの発生を促し不適切である。また、タワーとコックピットでは等高線耕作などの土壌保全対策が重要である。さらに、人口などのより広汎なデータを含むデータベースを構築し、高度な統計モデルを適用した分析を行うことが今後必要である。

以上の内容からなる本論文は、砂漠化や土壌侵食が深刻化しているカルスト地域において、地圏環境に関する複数の課題を定量的かつ総合的に検討した研究であり、優れた環境学の研究と判断される。

なお本論文の第 4 章は、指導教員の小口 高ら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 1 9 9 1 字