

審査の結果の要旨

氏名 ヘックト ハガル オデリヤ

本論文は5章からなり、第1章では研究の背景と目的を記述し、第2章では使用した侵食速度や環境要因に関するデータとそれらの分析手法を紹介し、第3章では結果を述べ、第4章では議論を行い、第5章は研究の結論について述べたものである。

侵食速度を規定する要因を理解することは、地球表層での物質の移動過程や地形の発達を検討するために重要である。これまで、侵食速度の推定や分析が多様な空間スケールについて試みられてきた。その主な目的は侵食速度の規定要因の解明であり、地形の傾斜、流域面積、降水量、土地被覆などの多様な要因が侵食速度と関連すると指摘されてきた。ただし大半の研究は、比較的少ないデータに基づき、特定の地域について基本的な分析を行ったものであった。

近年、侵食速度に関するデータが世界各地で、増加した。この種のデータと全球をカバーしている解像度の高いデジタル標高モデル (DEM) を組み合わせることにより、従来よりも総合的で網羅的な検討が可能となる。また、地理情報システム (GIS) を活用することにより、侵食速度と流域の地形特性、気候、テクトニクスといった要因との関係の定量的な検討も可能となる、

本論文は、これまで様々な方法で取得された侵食速度を総合的に分析した研究である。既存研究で発表されている宇宙線生成核種 ^{10}Be や河川の土砂流出に基づく侵食速度の値と、解像度の高い DEM を活用した。さらに気候、テクトニック・プレート、岩質、植生、断層の分布、表面最大加速度 (PGA) に関するデータを入手し、侵食速度との対応を検討した。データの解析には GIS ソフトの ArcGIS10.0、プログラミング言語の Python、データ探索ソフトの JMP13.0.0 を用いた。

本論文では全球の 211 の流域に位置する 2683 ヶ所のデータを分析した。これらの流域は全球の約 10% の面積をカバーしている。全てのデータに基づく全球の平均侵食速度は 100 万年あたり 560 m となり、侵食速度の値は対数正規分布を示した。侵食速度はの値流域に関する値が露頭に関する値よりも大きい傾向がある。また、河川の土砂流出に基づく値が ^{10}Be に基づく値よりも大きく、堆積岩地域の値が火成岩地域の値よりも大きく、湿潤地域の小さな流域の値が乾燥地域の大きな流域の値よりも大きく、狭まるプレート境界付近での値が他の場所よりも大きくなる傾向がある。

データ解析の結果、流域の地形特性の中で最も侵食速度と強い相関を持つ要素は地形の起伏と傾斜であることが判明した。ただし、これらの指標については慎重な扱いを要する。相関分析によれば、流域の平均傾斜が他の傾斜に関する指標よりも高い相関を持つが、流域の内部における傾斜の詳しい分布を考慮していない指標であるため、急な山

地と平坦な低地を併せ持つような流域などでは侵食速度との相関が顕著に下がる。

侵食速度は気候とも関係し、とくに流域の平均年降水量と降水量の年間のレンジと正の相関を持つ。後者は季節性と乾湿の変化が侵食を加速することを示唆している。侵食速度は植生の密度や種類とも対応する。しかし詳しい分析の結果、この対応は気候による植生の変化が主な原因であり、植生による地表の保護が侵食速度に与える影響は、降水量や降水量のレンジが与える影響よりも小さいことが判明した。

侵食速度は PGA と正の相関を持ち、プレート境界からの距離と負の相関を持つ。これらはプレート境界に近い場所で PGA が一般に高くなる傾向を反映しているが、詳しい分析の結果、プレート境界からの距離のみによってテクトニクスの効果をかなり良く表現できることが判明した。テクトニクスは、振動による岩石の破壊、隆起による急傾斜の地形の形成、および隆起による山地の形成が降水量を増加させるといった複数のメカニズムを通じて、侵食速度を規定すると推察された。また、全ての要因を総合的に検討したところ、降水量とプレート境界からの距離という二つの簡便な指標のみにより、侵食速度の概要を評価できると判断された。

以上の内容からなる本論文は、地形の形成や地球表層の物質循環を考える際に重要な侵食速度を、DEM や他の地球科学的な情報と合わせて全球スケールで総合的に検討したものである。従来の侵食速度の検討は、個別の地域での計測や分析が主体であった。その種の研究の成果を全球スケールで集約し、さらに従来よりも高解像度の DEM による地形計測などを新たに行って環境要因との関連を検討した本論文は、侵食速度とそれを規定する要因の理解を大きく発展させたものである。

なお本論文の第2～4章は、小口 高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 1984 字