

論文審査の結果の要旨

氏名 中村 淳路

岩石の侵食は地球表層環境において重要な役割を担っている。岩石の侵食によって供給される栄養塩は、陸上生命圏の維持に必要不可欠であるとともに、海洋生命圏の維持にも必須である。さらに侵食作用は化学風化を律速することによって大気中の CO_2 濃度に影響を与える。したがって侵食速度の定量的な評価は、地球上の物質循環を議論する上で重要である。しかし「物が失われる」侵食場での侵食速度の定量的な評価は困難であり、従来は主に「物がたまる」堆積場での間接的情報から評価されてきた。近年、岩石中の宇宙線照射生成核種 (^{10}Be , ^{26}Al) 濃度に基づく侵食速度決定法が世界的に注目されている。この手法が普及して以来、世界各地で侵食速度の評価が行なわれ、侵食速度の制御要因に関する議論が活潑になった。しかし分析技術の制約から、中緯度湿潤地域での研究例は極めて少ない。そこで本論文では、中緯度湿潤地域において宇宙線照射生成核種を用いて侵食速度を決定し、その制御要因について評価を行なった。

まず、本論文では宇宙線照射生成核種を用いた二つの手法の組み合わせが地形発達を議論する際に有効であることを確認した。一つ目の手法は、宇宙線照射生成核種濃度の深度プロファイルにより山地の尾根部の侵食速度を求める手法である。二つ目の手法は、河川堆積物中の宇宙線照射生成核種を用いて集水域の平均的な侵食速度を求める手法である。本論文では阿武隈山地東部においてこれらの二つの手法を適用し、尾根部と谷部の侵食速度を比較した。深度プロファイルによって求めた尾根部の侵食速度は $67\text{--}85 \text{ mm/kyr}$ であり、一方、河川堆積物を用いて求めた集水域スケールの侵食速度は $114\text{--}180 \text{ mm/kyr}$ であった。この侵食速度の差は、阿武隈山地東部の起伏が過去数万年間増加してきていることを示唆している。

次に本論文では上記二つの手法を佐賀県背振山地に適用した。その結果、宇宙線生成核種の深度プロファイルから、尾根部における侵食速度が最終氷期から完新世にかけて増大したことを明らかにした。岩石の表層では中性子による核破砕反応が卓越するのに対し、数 m 以深ではミューオンによる核破砕反応が卓越する。これによって侵食速度変化に対する岩石中の宇宙線生成核種濃度の応答が、表層と数 m 以深とにおいて異なってくる。本論文では、この性質を利

用して核種蓄積のモデリングを行うことで、氷期-間氷期スケールでの侵食速度変動を復元できることが明らかになった。背振山地の尾根上から得られた侵食速度の変動は、最終氷期から完新世にかけて降水強度が増大したことと関連していると考えられる。また、復元された侵食速度が段階的に変動していることは、海水準変動を通じた対馬暖流の変動に伴う陸域気候の応答が侵食プロセスへ影響していた可能性を示唆しており、古海洋学的な情報とも一致する。一方、集水域スケールの侵食速度は完新世の尾根部における侵食速度と整合的であった。

さらに本論文はテクトニックな隆起が侵食に与える影響を評価するため、隆起速度が極めて大きな木曾山脈に着目した。まず天竜川の各支流において河川堆積物を、また浜松では堆積物コアを採取し、宇宙線生成核種の濃度を測定した。その結果、木曾山脈の侵食速度は $1000\text{--}2000\text{ mm/kyr}$ であること、および浜松における侵食速度は完新世を通じて一定であったことが明らかになった。次にこれらの侵食速度を、他の手法で得られた値と比較した。その結果、宇宙線生成核種により得られた 10^3 年スケールの侵食速度は、ダムの堆砂量から求められた $10\text{--}50$ 年スケールの侵食速度や熱年代学的手法から求められている 10^6 年スケールの侵食速度と顕著な差がないことが明らかとなった。これらの侵食速度が伊那谷断層帯の変位速度から推定した木曾山脈の隆起速度とほぼ一致することから、木曾山脈では隆起と侵食とが釣り合う動的定常状態が成立していると考えられる。

以上の結果から、中緯度湿潤気候下にある本研究地域における侵食速度は、(1) 集水域の傾斜角との間に正の相関があること、および (2) 世界各地の侵食速度データから得た経験則（侵食速度と集水域の傾斜角との相関）からはずれて有意に大きな値をとることが分かった。これらの結果に基づき本論文では中緯度湿潤地域における侵食速度の予測式を新たに提唱した。

以上のように、本論文は、従来データの乏しかった中緯度湿潤気候下における侵食速度とその変動を宇宙線生成核種濃集量の分析を通じて明らかにした点に独創性がある。なお、本論文の一部は多くの研究者との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析および検証を行ったもので、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（理学）の学位を授与できると認める。