

論文審査の結果の要旨

氏名 城谷和代

本論文は、地表に到達する二次宇宙線によって生成する核種（宇宙線照射生成核種）を用いて、南米チリに分布するアタカマ砂漠が現在のような極乾燥気候になった時期を推定し、それと全球的気候変動との関係について議論した論文である。論文は全部で6章からなる。

第1章では新生代、特に2.7 Ma (Ma = 百万年前)以降の北半球氷床の成立に伴って全球的寒冷化が起こり氷期間氷期サイクルが顕在化した時期に、南半球でどのような変化が起こったのかを明らかにする事が、大気海洋システムと全球的気候変動との関係解明に繋がることを述べている。更に南半球中緯度高压帯下に分布する3つの砂漠（オーストラリア大陸シンプソン砂漠、アフリカ大陸ナミブ砂漠、南米大陸アタカマ砂漠）の極乾燥化（年間降水量10mm以下）の開始年代について先行研究をレビューし、それがおよそ1Maに起こったMid-Pliocene Transition [MPT]と言われる北半球氷床拡大と氷期-間氷期サイクルの周期変化に関係している可能性を指摘し、しかし、アタカマ砂漠については、データが十分でないとしている。

第2章では新生代におけるアタカマ砂漠の乾燥化の原因と、乾燥化の時期についての先行研究をレビューしている。そして、これまでの先行研究では、乾燥気候を示すより古い地形の形成年代に焦点が当てられ、現在に通じる極乾燥化の開始年代については最近まで報告が無かったことや、最近の報告でもデータの信頼性評価やその詳細に関する記述がないことなどを紹介している。また最も新しい極乾燥化を引き起こした原因の解明には、中央アタカマ砂漠における陸上記録と海洋のデータの比較検討が重要であることを指摘している。

第3章では本研究で用いた宇宙線生成核種による浸食停止時期および浸食速度推定の原理について述べ、複数の放射性核種を併用することで、最小照射年代だけではなく最大浸食速度も求めることが出来ることや、浸食速度が比較的早い地域では、放射性核種の深度プロファイルを取ることで長期的な浸食速度を正確に求めることができることを、日本の阿武隈山地の調査地域について行ったケーススタディーをもとに紹介している。

第4章ではアタカマ砂漠での試料採取地点の選定方針と宇宙線生成核種分析法およびそのための試料前処理手順について記述している。

第5章では、その前半で結果の記載を、後半で結果の考察を行っている。前半ではまず、試料採取地点の地形や試料の産状を詳しく記述し、それを測定データと比較検討する事によって侵食速度と地形の関係を考察し、後背地が存在せず、地形的に高く平坦な丘陵頂部から採取した試料の年代値を用いることが重要であることを初めて定量的に明らかにした。そして、乾燥化のタイミングを最も高い信頼度で保存している試料の選定を行った。こうして求められた最も新しい極乾燥化の年代は、南半球他大陸中緯度砂漠（シンプソン砂漠とナミブ砂漠）から報告された最も新しい砂漠化の年代と概ね一致しており、MPTとほぼ同時に起こったことが示唆された。更に周辺域の海水温や湧昇の記録と比較して、南半球中緯度の乾燥化は、北半球氷床の拡大に呼応した南北温度勾配変化に伴う大気海洋循環の変化によるものであると結論した。

第6章は結論として、本研究の結果とそれに基づいた議論をまとめている。

審査委員会では、論文提出者に対し、平成23年1月14日に学位論文の内容および関連事項について口頭試験を行なった。そして、i) 測定の困難な²⁶Alの化学処理法に関する改良したこと、ii) アタカマ砂漠での試料採取に際して、地形の侵食速度への影響を検討・評価し、信頼できるデータを得るための試料採取地点選択基準を示したこと、iii) それに基づいて試料を選択し、アタカマ砂漠の極乾燥化年代を高信頼度で明らかにしたこと、など困難な課題を地道な努力で一つ一つ解決したことが高く評価された。更に、より侵食速度が早く、これまでの手法の適用が困難な地域においては、深度プロファイルに基づく分析が有効であることを世界で初めて示したことも評価された。上記の点を総合的に審査した結果、本論文は古気候学、地形学、および放射化学の新しい発展に寄与するものであり、博士（理学）の学位に十分値すると結論した。

なお、本論文の第3章の一部とAppendixの内容は横山祐典、松崎浩之との共同研究であり、第5章は横山祐典、松崎浩之、Eugenio E Veloso, Stephen Obrochtaとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析および検証、考察を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断した。

上記の点を鑑みて、本論文は地球惑星科学に寄与するものと認め、博士（理学）の学位を授与できると認める。