

ロシア・チェリャビンスク隕石の希ガス同位体分析

羽場麻希子¹⁾, 長尾敬介¹⁾, 角野浩史¹⁾, 三河内岳²⁾, 小松睦美³⁾, Michael Zolensky^{4),5)}

¹⁾ 東京大学大学院理学系研究科附属地殻化学実験施設

²⁾ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

³⁾ 早稲田大学高等研究所

⁴⁾ Astromaterials Research and Exploration Science, NASA Johnson Space Center

⁵⁾ Center for Lunar Science and Exploration, National Lunar Science Institute

2013年2月15日、ロシア中部のチェリャビンスク州上空に巨大火球が出現し、この地域一帯に総重量100 kg以上の隕石破片（多くは直径数 cm から成る）が落下した。その後、チェバルクリ湖の底からこの隕石の最大破片（直径1 m程度、重量約600 kg）が回収された。この隕石は、チェリャビンスク隕石と命名され、酸素同位体組成などから、LL5コンドライトに分類された。また、観測的な研究から、チェリャビンスク隕石の大気圏突入前の大きさは約20 mであったことが報告されている[1]。本研究では、チェリャビンスク隕石の13個の破片について希ガス同位体分析を行い、宇宙線照射年代（隕石が母天体を飛び出してから地球に落下するまでの時間間隔）や各破片の大気圏突入前の天体における表面からの深さ（距離）を求めることを試みた。また、1つの隕石破片について、Ar-ArおよびI-Xe年代測定を行うことにより、チェリャビンスク隕石の母天体における熱史について考察を行った。

13個の隕石破片から分析試料として約30 mgを採取し、東京大学地殻化学実験施設の微小試料用加熱炉を用いて希ガス（He、Ne、Ar、Kr、Xe）の抽出を行った。希ガス同位体分析は希ガス質量分析計（modified-VG5400 (MS-3)）を用いて行った。13試料のうち、1試料（HR-7）については、放射性同位体⁸¹Krの分析を行った。また、1試料（C3-2）については、京都大学研究用原子炉にて中性子照射を行い、その後東京大学アイソトープ総合センターの希ガス質量分析計を用いてAr-ArおよびI-Xe年代分析を行った。

He、Ne、Ar同位体組成から、分析試料には宇宙線生成核種が含まれていることが確認されたが、隕石破片によって宇宙線生成核種の濃度が異なることが確認された。この宇宙線生成核種の濃度の違いは、チェリャビンスク隕石の大気圏突入前の天体が大きく、それぞれの破片が異なる深さに存在していたことを示している。HR-7において得られた²¹Neと⁸¹Krの濃度から、宇宙線照射年代を計算した結果、チェリャビンスク隕石の宇宙線照射年代は1.2 Myであることが示された。この宇宙線照射年代の計算ではLLコンドライトの平均濃度を用いているが、実際の試料において⁸¹Krを生成するターゲット元素の濃度に2倍程度の変動があると仮定して計算すると、宇宙線照射年代は1.2~1.9 Myとなる。この年代は、他の宇宙線生成核種を用いて見積もられたチェリャビンスク隕石の宇宙線照射年代を非常に良く合っている[2]。また、HR-7の²¹Ne濃度を基準として、他の12試料の遮蔽距離を計算すると、本研究で用いた試料は表面から300 cmの深さに位置していたことが示された。これらの遮蔽距離から、チェリャビンスク隕石の大気圏突入前の大きさは少なくとも直径6 m以上であったと考えられる。Ar-Ar年代およびI-Xe年代から、チェリャビンスク隕石の母天体では衝突イベントによって脱ガスが生じており、複雑な熱史を経験していることが示唆された。また、¹²⁹I（半減期1570万年）壊変起源¹²⁹Xeの過剰が見られないことから、¹²⁹Iの壊変後に脱ガスを引き起こす衝突イベントが起こったと考えられる。

[1] Popova et al. (2013) Chelyabinsk airburst, damage assessment, meteorite recovery and characterization, *Science* 342, 1069-1073. [2] Nishiizumi et al. (2013) Cosmogenic radionuclides and noble gases in Chelyabinsk meteorite, 76th Annual Meeting of the Meteoritical Society, abstract #5260.