

論文審査の結果の要旨

氏名 金田 謙太郎

HEH 隕石は主に輝石・斜長石から成るエコンドライトグループのことで、ホワルダイト・ユークライト・ダイオジェナイトという3種の隕石の総称である。メソシデライトは、Fe-Ni 金属相と主に輝石・斜長石からなる石質相が混合している角礫岩で、メソシデライト母天体上に鉄隕石が衝突したことによって形成されたと考えられている。メソシデライトと HED 隕石中の石質相の化学組成が似ている、形成年代がほぼ等しい、酸素同位対比がほぼ等しい、といった理由から、メソシデライトと HED 隕石は同一母天体を起源とすることが示唆されてきた。しかしながら、近年、輝石中の Fe/Mn 比の違い、HED 隕石中に還元作用を伴う大規模熔融や金属相・石質相の混合がみられない、などの理由によって、メソシデライトと HED 隕石は母天体を異にするという意見が強くなってきている。

本論文は5章から成り、EET92023 隕石が、メソシデライトと HED 隕石の一種であるユークライトの両方の特徴を持った隕石であったことから、EET92023 をメソシデライトと HED 隕石を結ぶミッシングリンクと考え、3つのユークライト・4つのメソシデライトと化学組成・組織を比較し、メソシデライトと HED 隕石の関連性を考察している。これらの隕石の関連性を調べることは、太陽系初期における両隕石母天体の地殻形成時の環境やメソシデライトの形成過程を推測する上で非常に重要な情報を与えてくれる。

第1章は、序章としてメソシデライトと HED 隕石の岩石学的・鉱物学的な説明を中心に、今まで論じられてきた両隕石の関連性について述べている。

第2章では、本研究での実験方法について述べている。

第3章では、まず、(1) 本研究で用いた8つのサンプルの記載が行われている。特に EET92023、Sahara98088 メソシデライト、Sahara98488 メソシデライトの3つの隕石については、世界で初めて詳細な記載が行われている。他の5つの隕石についても、詳細な分析は世界で初めて行われたものである。ここでは、EET92023 が、集積岩ユークライトに似た組織を持ちながらも、Fe-Ni 金属相を含んでいることを指摘しており、この隕石がユークライトとメソシデライト両者の特徴を持つことを示している。また、A882023 メソシデライトが、カリ長石と Nb-rich ルチルに富んだ enclave を含んでいることを発見し、メソシデライトが他天体との衝突によって生じた証拠の一つとしてあげている。このルチルは隕石中で見つかったものの中で最も Nb に富むものである。次に、(2) EET92023 中の Fe-Ni 金属相に含まれる微量元素と EET92023 のバルク組成の測定結果について述べている。最後に、(3) EET92023 とメソシデライトの金属相中に見られる Ni のゾーニングプロファイルを利用して、拡散シミュレーションを行い、

各隕石の低温における冷却速度を算出している。このシミュレーションは最新の相図と拡散係数を用いて行われたものである。

第4章では、第3章で得られた分析・計算結果を元に、EET92023、メソシデライト、HED 隕石の関連性について議論している。まず、(1) EET92023 とメソシデライト及びユークライト中に含まれている輝石、斜長石、クロムスピネルを比較し、EET92023 の石質相は組織的・組成的に、メソシデライトとは異なっており、非常にユークライトに似ていることを指摘している。次に、(2) EET92023 に含まれている金属相中に含まれる微量元素の量は、メソシデライト中のものと、メソシデライト中の金属相の起源と考えられている IIIAB 鉄隕石のものに似ていることを指摘している。さらに、(3) EET92023 は高温で急冷、低温で除冷されていたことを示し、特に低温での冷却速度は、他のメソシデライトと同程度であることを示している。また、(4) EET92023 中に見られるリン酸塩・シリカ鉱物が還元反応によって生じたことを明らかにしている。この反応は、従来メソシデライト中で生じたと考えられていた還元反応とは多少異なり、EET92023 中のシリカ鉱物は、メルトの還元の結果生じたことを示している。そこで、(5) EET92023 は、ユークライト的な地殻を持つ母天体上にリンを含む鉄隕石が落下したことによって生じたインパクトメルトから形成された、というモデルを提唱した。このモデルは、珪酸塩の集積組織、Fe-Ni 金属相の存在、斜長石のゾーニング、Fe-Ni 金属と輝石との酸化還元反応の痕跡の欠如、シリカ鉱物の散在といった、EET92023 の特徴を全体的に説明できるものである。(6) 以上のことから、EET92023 は HED 母天体を起源とすることを示唆し、メソシデライトと HED 隕石が同一母天体起源である可能性を示している。また、近年のメソシデライトと HED を区分する理由が、適当でないということも指摘している。

第5章には、論文全体の結論がまとめられている。

本研究は、上述のように、EET92023 をメソシデライト及びユークライトと比較し、この隕石が組織的・組成的に両隕石の特徴を示しており、両者を結び付けうる隕石であることを指摘している。このことは、メソシデライトと HED 隕石母天体が同一である可能性を強く示唆している。また、EET92023 について提唱された酸化還元反応を伴う形成モデルは、メソシデライトの形成にも適用できるものである。以上の成果は、惑星物質科学、とりわけ太陽系初期における原始惑星の地殻形成過程やその環境を推察する上で多大な貢献をもたらすものと評価できる。

以上の理由により、審査委員会は全員一致で論文提出者に対し博士(理学)の学位を授与できると認める。