

氏名	いそ べ ひろ し 磯 部 博 志
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 1134 号
学位授与の日付	平 成 3 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	EVOLUTION OF THE HED (Howardite-Eucrite-Diogenite) PARENT BODY — PARTIAL MELT EXPERIMENTS ON DIFFERENTIATION PROCESSES — (HED 隕石 (ホワルドナイト, ユークライト, ダイオジェナイト) 母 天体の進化過程—分化過程についての部分融解実験—) (主 査)
論文調査委員	教 授 坂 野 昇 平 教 授 鎮 西 清 高 教 授 西 村 進

論 文 内 容 の 要 旨

HED 隕石とは、Howardite, Eucrite, Diogenite の頭文字をとって呼称される一群のエコンドライト隕石である。この HED 隕石は、石鉄隕石であるパラサイトとともに、隕石の母天体の溶解後の固結過程で生じた小惑星規模の層状構造に対応していると考えられる。しかし、その隕石母天体中の成層構造が、具体的にどのような物質からどのような過程で形成されたのかについては未だ解決を見ていない。火成活動による分化過程を検討するためには正確な相関係図が不可欠であるが、隕石母天体の進化過程に適用する相関係図は知られていなかった。本論文ではまず、親石元素に関して原始太陽系の元素存在度をもつ物質を出発物質にして部分融解実験を行い、その結果を基に相関係図を作成した。そしてその相関係図を用いて、HED 隕石及びパラサイトの母天体の分化過程を推定した。

本論文の実験では、実験上の制約から金属鉄を除いた珪酸塩部分の組成を推定して実験を行った。第一段階の実験の出発物質の組成は、太陽系の元素存在度の値を用いて決定した。出発物質の Mg/Fe 比は、Dreibus and Wanke (1980) の値 ($Mg/(Mg+Fe)=0.79$, モル比) を用い、鉄の組成が一定となる条件で部分融解実験を行った。実験は白金ワイヤループ法を用い、酸素分圧を制御した常圧炉で行った。この実験の結果、コンドライト物質を部分融解した際の olivine control line, olivine-pyroxene phase boundary および Ol-Px-plagioclase peritectic point の相関係図上での位置が初めて明らかになった。

第一段階の実験結果から得られた相関係図を用いて、第二 (ユークライト—ダイオジェナイト混合組成) 及び第三段階 (ユークライト組成) の実験の出発物質の組成を決定して実験を行った。

これらの実験結果から、HED-パラサイト母天体は、コンドライト的な組成をもつ物質からの 2 回の連続した固液分離過程によって形成されたことが明らかとなった。最初の過程は、パラサイトと、共存する液相 (ユークライト—ダイオジェナイト混合組成) の、1400°C 付近での化学平衡を保った分離過程であり、もう一つはダイオジェナイトとユークライト組成の液相の 1200°C 付近での化学平衡を保った分離過程である。第一段階の分化について、液とオリビンや金属鉄の密度差を検討した結果、その過程は部分

融解によって起こったと考えられる。この結論は、温度による液相の粘性についての計算結果からも支持される。また、第二段階について、各相の密度や体積比、粘性を考慮してマグマ・オーシャン中での対流について計算した結果、HED-パラサイト母天体のような小天体の上では、地球での火成活動よりも液と結晶が分離しにくいことが明らかになった。

以上のことから、HED-パラサイト母天体の進化過程は次のように推定される。即ち、小惑星程度の大きさで、未分化な組成をもつ天体が形成された後、天体全体が1400°C程度まで加熱される。この温度では、液相と、共存する固相（オリビン及び金属鉄）の体積比はほぼ1:1となり、液の粘性が急速に下がり、オリビンと金属鉄の分離が起こることが推定される。母天体中心部にパラサイトが形成された後、ユークライト-ダイオジェナイト混合組成のマグマ・オーシャンが形成され、ここでも固相と液相の体積比がほぼ1:1となる付近で固液の分離が起こり、ダイオジェナイトとユークライトが形成されたと考えられる。

論文審査の結果の要旨

原始太陽系において惑星の形成初期段階でどのような分化過程が起こったのかは、その後の惑星の進化に大きな影響を与えている。惑星が形成された当初には、現在の地球などの火成活動とは全く異なる、マグマ・オーシャンの形成などが起こったとされている。それらについて情報を得るためには、地球や月の試料のようにその後の惑星自身の活動によって形成されたものではなく、太陽系と同じ年齢を持つ惑星での火成作用による分化過程の研究が重要である。

太陽系創世期の年齢をもつ分化した隕石の中でも、Howardite, Eucrite, Diogenite の頭文字から HED 隕石と呼ばれる一群のエコンドライト隕石及び石鉄隕石であるパラサイトは、火成活動による層構造を持った母天体の各層に対応しているとされてきた。しかし、具体的にどのような物質からどのような過程で隕石母天体上に成層構造が形成されたのかについては、未だ解決を見ていない。また、火成活動による分化過程の検討には正確な相関係図が不可欠であるが、隕石母天体の進化過程に適用しうる相関係図は知られていない。

本論文では、始源的な組成をもつ物質を出発物質として部分融解実験を行い、その結果を基に相関係図を描くと共に、HED 隕石及びパラサイトの母天体での火成活動によるマグマ・オーシャンについての基礎的知見を与えたものである。

申請者は、3種類の出発物質をもちいて、部分融解実験を行っている。第一段階の実験では、出発組成を太陽系の元素存在度のうちから主として固体成分の値を用いて決定し、第二、第三段階の実験では、ユークライト-ダイオジェナイト混合組成及びユークライト組成の出発物質を用いた。いずれの実験においても詳細なデータ解析から、相関係図を作成している。特に、第一段階の実験による、太陽系の始源的組成に関する相関係図は、本実験ではじめて得られたものである。さらに、熔融実験で得られたデータから各相の密度や体積比、粘性を求め、マグマ・オーシャン中での対流について計算し、HED-パラサイト母天体のような小天体の上では、地球での火成活動よりも液と結晶が共存しやすいことを明らかにした。

以上のような実験結果から、HED-パラサイト母天体は、コンドライト的な組成をもつ物質の2回連続した固液分離過程によって形成されたことを明らかにすると共に、HED-パラサイト母天体の進化過程を次のように推定している。即ち、小惑星程度の大きさで、未分化な組成をもつ天体が形成された後、天体全体が1400°C程度まで加熱される。この温度では、液相と、共存する固相（オリビン及び金属鉄）の体積比ほぼ1:1となり、液の粘性が急速に下がり、オリビンと金属鉄の分離が起こることが推定される。母天体中心部にパラサイトが形成された後、ユークライト-ダイオジェナイト混合組成のマグマ・オーシャンが形成され、ここでも固相と液相の体積比がほぼ1:1となる付近で固液の分離が起こり、ダイオジェナイトとユークライトが形成された。

以上のように、申請者は、太陽系の始源的物質の融解実験を行い、さらにその結果を用いてマグマ中での対流を考察し、原始太陽系でのHED母天体の進化過程を明らかにした。よって本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。

なお、主論文及び参考論文に報告されている研究業績を中心とし、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。