



# Trace Element Constraints on the Origin of Chondrules in Carbonaceous Chondrites

三澤, 啓司

---

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1988-03-31

(Date of Publication)

2009-03-06

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲0733

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1000733>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



## 〔4〕

氏名・(本籍)	三 澤 啓 司 (長 野 県)
学位の種類	学 術 博 士
学位記番号	学博い第107号
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
学位授与の日付	昭和63年3月31日
学位論文題目	Trace element constraints on the origin of chondrules in carbonaceous chondrites (炭素質コンドライト中のコンドリュールの起源に関する微量元素からの制約)
審査委員	主査 教授 伊 東 敬 祐 教授 宮 垣 盛 男 教授 加 藤 肇

## 論 文 内 容 の 要 旨

アエンデ炭素質隕石およびフェリックス炭素質隕石より分離した、32個のコンドリュールについて、またフェリックスからみつかったCa, Alに富む包有物について岩石学的特徴を記載し、フェリックス全岩試料とともに、微量元素および主要元素(希土類元素, Ba, Sr, Rb, K, Mg, Ca)存在度を精密な同位体希釈質量分析により求めた。

個々のアエンデコンドリュールの希土類元素存在度は、棒状カンラン石コンドリュールではCIコンドライトの2.5-10倍、斑状および放射状輝石コンドリュールではCIコンドライトの2-8倍、斑状カンラン石および斑状カンラン石-輝石コンドリュールではCIコンドライトの0.15-4倍であった。

個々のフェリックスコンドリュールの希土類元素存在度は、斑状カンラン石コンドリュールおよび斑状カンラン石-輝石コンドリュールではCIコンドライトの1.4-4倍であった。CIコンドライトで規格化したフェリックスコンドリュールの希土類元素存在度パターンは、斑状輝石コンドリュールを除いてほぼ平坦であった。斑状輝石コンドリュールは重希土 ( $0.8 \times CI$ ) に較べて軽希土に富んでいた ( $6-12 \times CI$ )。

軽希土と重希土の分別、および300%におよぶCe, Eu, Ybの異常が、どのタイプのコンドリュールにもみられた。特に棒状カンラン石タイプと輝石に富むタイプのコンドリュールにおいて分別および異常性が著しかった。

コンドリュール中の希土類元素とK, Rb, Ca, Sr, Ba存在度の間には、コンドリュールのタイプにかかわらず正の相関が認められた。

アエンデコンドリュールでは、KとRbの存在度がコンドリュールのタイプによって系統的に変化していた。つまり、Mgで規格化した場合、棒状コンドリュールは $0.6-1.7 \times CI$ 、輝石に富むコンドリュールは $0.6-2.3 \times CI$ 、カンラン石に富むコンドリュールは $0.09-0.5 \times CI$ であった。KとRbの存在度は、このように大きく変動しているが、K/Rb比は一定でCIコンドライトのK/Rb比に一致していた。

タイプB1に分類されたフェリックスからの粗粒の包有物は、Ybに大きな負の異常を持つ(Yb異常>Eu異常)Group III希土類元素パターンを示した。Euは、Ybより揮発性が高いので、Yb存在度がEu存在度よりも低いことは、元素の揮発性によっては説明できない。このフェリックス包有物は、Euに富んだ成分が通常のGroup III包有物に加わって形成されたと考えられる。

フェリックスコンドライトのバルクの希土類元素存在度は、Ceの20%の正の異常を除いて分別が認められなかった。

以上の結果より、コンドリュール前駆物質の化学的特徴およびコンドリュール形成時の状況を推定するうえで、次のような制約が与えられる。

- (1) コンドリュール形成時には、K/Rb比が変動するようなアルカリ元素の蒸発はなかった。
- (2) コンドリュールの元素存在度は、基本的にはコンドリュール形成前に確立された。
- (3) 希土類元素の分別をひきおこすような気相-固相、あるいは気相-液相間での元素分別が、コンドリュール前駆物質が形成されたときにおこった。
- (4) CV-COコンドリュールの難揮発性前駆物質の候補として、超難揮発性蒸発残渣(あるいは超難揮発性凝縮物)と、超難揮発性成分がとりのぞかれた後の高温気相からの凝縮物が考えられる。
- (5) コンドリュール前駆物質の元素存在度は、最初高温であったガスの冷却にともなう分別凝縮によって確立されたものではない。
- (6) 炭素質コンドライトにおいて通常認められるCeとYb異常性は、CaとAlに富む包有物での元素分別を反映しているとともに、コンドリュール前駆物質の気相固相間での元素分別も反映している。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は炭素質いん石の主要成分であるコンドリュール(直径1~2mmの球粒物質)の微量元素を精密に分析し、これらの元素相互の元素分別の特徴を明らかにし、コンドリュールの起源を論じたものである。

第1章では、コンドリュール研究の意義、背景、目的が述べられている。コンドリュールの起源は、従来よりいん石研究の最も中心的な課題の一つであり、1次起源説(高温の原始太陽星雲ガスからの直接凝縮とする考え)と2次起源説(星間塵の溶融とする考え)とが問題となって来た。本研究は後者に重点を置き、コンドリュールの前駆物質がいかなる化学的特性を有し、いか

なる物理化学的過程をへて、コンドリュール形成に致ったかを明らかにする為に、希土類元素、アルカリ土類元素、一部のアルカリ元素に着目したものである。

第2章では、主に微量元素の分析法が述べられている。従来の放射化分析では精々 $\pm 10\sim 20\%$ の精度であるのに比べて、本研究では質量分析法により、 $\pm 5\%$ の精度を得ることに成功している。その為に化学処理や質量分析操作などの過程で種々の工夫がなされている。

第3章では、Allendeいん石の25個のコンドリュールについて、岩石学的記載とそれによるタイプ分類を行ない、希土類元素その他の微量元素の分析結果、及び主要元素の一部の組成を示している。これらの分析結果は、最も始源的とされている炭素質いん石のCIの組成で規格化した値を使って、親石元素の相対存在度と揮発性の順序との関連図、元素相互の関連性の図としてまとめられ、それぞれの特徴を明瞭に説明している。この中で、難揮発性元素とアルカリ元素との相関及びKとRbの比がほぼCIの値である事とは新しい発見であり、コンドリュールの起源を論ずる上で重要な新知見である。更に、従来報告の無かったCeやEu、Ybの異常やパターンの異常性を発見している。又、希土のパターンの全般的特徴と岩石学タイプとの対応性を明らかにした点も重要な知見と言える。

第4章では、Felixいん石のコンドリュールと一部のCAI (Ca及びAlに富む白色含有物)の岩石学的記載と、主要・微量元素の分析結果を示している。コンドリュールの結果は殆どすべてAllendeコンドリュールの特徴と同じであるが、一部に分化が著しい希土のパターンを持つものを見出している。このような著しく分化した希土のパターンは、コンドリュールについて予想されていなかったものであり、コンドリュールの前駆物質の起源を探る有力な手掛かりとなる。

第5章では、以上の結果に基づいて以下のような推論を導いている。第1に中間の揮発性を持つKとRbがCI比を持つことから、コンドリュール形成時にはアルカリ元素の蒸発がなかったこと、コンドリュールの前駆物質の1つの端成分としてCIのK/Rb比を持つアルカリに富む物質があったことを推論している。第2に、難揮発性成分である希土類元素の分別が著しい事から、コンドリュール形成前の前駆物質の形成時に分別過程があったと解釈し、前駆物質のもう1つの端成分としてアルカリを含まない高温の凝縮物または蒸発残渣を想定している。第3に、難揮発性元素とアルカリ元素との間に正の相関があることから、上記の少なくとも2種類の前駆物質の混合があったと結論している。

第6章は以上の結果と結論の要約である。

以上述べた如く、本研究は従来殆ど知られていなかったコンドリュールの微量元素の分別を明らかにし、コンドリュールの前駆物質の起源の解明への新しいデータを与えたものとして価値の有るものと認められる。よって、論文提出者三澤啓司は学術博士の学位を得る資格があると認める。