HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Chemical Fractionation of Chondritic Materials in the Protoplanetary Disk [an abstract of entire text]
Author(s)	中埜, 夕希
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12236号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/61724
Type	doctoral thesis
File Information	Yuki_Nakano_summary.pdf



Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 の 要 約

博士の専攻分野の名称　博士（理　学）　氏　名　　中埜　夕希

学 位 論 文 題 名

Chemical Fractionation of Chondritic Materials in the Protoplanetary Disk
（原始惑星系円盤におけるコンドライト物質の化学分別の研究）

近年太陽系物質の進化について、コンドリュールとコンドライトの生成過程と熱源が問題となっている。本研究はその本質を実験的に解明する試みである。

コンドリュール生成過程は原始惑星系円盤における最大の'Thermal Event'である。それは円盤内を降着してくるダストを化学組成的に分化した物質へと変化させた。それらの物質がコンドリュールそしてコンドライトとして現在の太陽系の小惑星帯に残されている。その化学分化の本質はダストの蒸発と凝縮による元素の化学分別であることを誰も疑わないが、化学分別の全容は不明であった。本研究は太陽系の始原ダスト= CI-chondrite 的組成をもつ silicate の蒸発と凝縮による化学分別を様々の物理化学条件の下で検証した。

実験は蒸発で生ずる silicate vapor を即座に固体凝縮微粒子としてクエンチする目的で 0.3 bar 以上の圧力で行なった。雰囲気ガスは不活性な 0.3 bar Ar をベースに水素の圧力を 0.01 bar または 0.6 bar に制御した。レーザー出力として 50 W または 200 W を適用し、大きさ 2 mm のサンプルに対して前者は 2200 K, 後者は 3200 K を記録した。出発物質として、L-chondrite 組成の合成物質と CV3-chondrite 組成の Allende 隕石を使用した。これらの実験条件の差異にも拘わらず、元素の蒸発と凝縮の傾向は殆ど変わらなかった。蒸発の初期にサンプル中の Na と K は全蒸発した。次に Si, Mn, Cr が選択的に蒸発し、蒸発残り (residue) には Mg, Al, Ca, Ti が濃集した。一方固体微粒子として回収される初期の vapor 中には Na と K 合わせて 50%濃集し、蒸発の進行と共に次第に Si, Mn, Cr, Mg の割合が増えた。Al, Ca, Ti は vapor には殆ど含まれない。実験中最も顕著な現象は、沸騰で次々生じる気泡が破裂して無数の小さい液滴が放出されたことである。これらの液滴を回収して分析したところ、放出された瞬間の residue の化学組成を記録していることがわかった。

天然のコンドリュールは高温を経験したにも拘わらず、Na や K などの揮発性元素を CI-chondrite の濃度に比べて殆ど失っていない。これは蒸発しなかったのではなく、再びコンドリュールに凝縮したためと考えられる。実際、天然のコンドリュールに知られる非常に広い組成分布は、実験で得られた液滴と vapor の再反応で可能な理論的組成範囲の中にピタリと収まる。さらに 1 回の実験に付き 200~1000 個回収される液滴のサイズ分布は天然のコンドリュールと同じレンジであることが判明した。

コンドライトは、瞬間的な蒸発と凝縮を経験したコンドリュール, vapor が再凝縮した超微粒子, そして元々の CI 的ダストの３つの成分から構成されると考えて、天然のコンドライトおよびそれらに含まれるコンドリュールとマトリックスの主要元素組成を満足する割合を実験データを使って決定した。コンドリュールについては蒸発程度(vapor VD) ~45%で、それまでに飛び出した液滴の組成分布と vapor の再凝縮による分別凝縮によって、全ての天然のコンドリュールの組成が再現できることが解った。コンドライトの全岩組成は Ordinary-chondrites と Enstatite-chondrites については、検証した元素 Na, Mg, Si, Ca, and Al 全てを満足し、且つコンドリュール：マトリックスの質量比を満足する CI 的物質の蒸発程度が、各々47% と 38%であることが明らかとなった。C-chondrite のサブタイプ CM, CO and CV については、3 つの成分では Mg, Ca & Al が不足する。これらの元素を主成分とする難揮発性インクルージョンが CM, CO and CV に 5-15%含有されている事実から、第４の成分として Mg_2SiO_4 & type B2 CAI を計算に加えて元素組成の復元を試みた。多少の不一致はあるが、ベストマッチはサブタイプのいずれも vapor VD ~60%で達成される。コンドライトタイプによって元素組成を再現する蒸発程度が異なることは、原始惑星系円盤の環境とダストの時間進化が影響していると推定する。

最後に、蒸発と凝縮によるコンドライト物質の化学分別が、太陽系の物質進化の原動力であることを明らかにした。