



南極産LLコンドライトに見られる12億年前の衝突事件

岡野, 修

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1986-03-31

(Date of Publication)

2015-04-10

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲0621

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1000621>

※ 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。



氏名・(本籍)	おかの 岡野修 (東京都)
学位の種類	学術博士
学位記番号	学博い第81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61年3月31日
学位論文題目	南極産LLコンドライトに見られる12億年前の 衝突事件
審査委員	主査 教授 伊東敬祐 教授 宮垣盛男 教授 杉村新

論文内容の要旨

衝突によって溶融したコンドライト物質は、角れき岩化した隕石中によく含まれる岩片の一種として広く知られてきた。しかし最近、南極大陸から発見されたある一連のLLコンドライトは、それ自身が全体として衝突溶融したコンドライト物質であった。したがって、これらの隕石は、LLコンドライトの母天体で起こった衝突過程の詳細な研究を行なううえで最も適した材料であると考えられた。筆者は、1) これらの隕石の衝突年代を決定すること、2) 同じくK, Rb, Sr, Ba, および希土類元素組成を調べることにより、この衝突過程における化学的挙動の特徴を明らかにすること、3) 衝突による熱変成作用を受けた隕石中の鉱物の主要化学組成を調べることにより、衝突に伴う熱履歴を推定すること、4) これら一連のLLコンドライトが本当に同じ起源に由来するものかどうかを、調べること、5) 衝突による熱過程とそれ以外の要因による熱過程がどのように係わり合っているのか、またどのような点で異なるのかを探ること、を目標として本研究を行なった。

分析試料として、衝突溶融した南極産LLコンドライト7個(Yamato-790143, -790345, -790397, -790519, -790723, -790757, -790964)と、これと比較のために、一般的なLLコンドライト8個を選び、①同位体希釈法によるK, Rb, Sr, Ba, 希土類元素の定量分析、②Sr 同位体比測定、③希ガス分析、④X線マイクロアナライザーによる、かんらん石、輝石、ガラス質マトリックスの主成分元素分析を行なった。その結果、以下のような成果が得られた。

1) 衝突年代

Yamato-790964 から、 12.05 ± 0.5 億年の明確なRb-Sr アイソクロン年代が得られた。

これは、これまでに得られたコンドライトの Rb - Sr アイソクロン年代としては最も若く、かつ明確なものである。この隕石と一連のいくつかの Yamato - 79 LLコンドライトも、Yamato - 790964 とともに13億年前後のよく一致した K - Ar 年代を示すことがわかった。このことから、これらの LLコンドライトが全て同じ衝突を経験したことが明らかになった。

2) 宇宙線照射年代

これらの Yamato - 79 LLコンドライトの Ne と Ar による宇宙線照射年代はいずれも、16 - 20 m . y . の極めてよくそろった値を示した。さらに、He による宇宙線照射年代は、これよりも若い (~13 m . y .) が、やはり互いによく一致した値を示した。したがって、これらの LLコンドライトは、約20 m . y . 以降、地球に落下するまでは1つの隕石であったことがわかった。

3) 衝突溶融する以前の Yamato - 79 LLコンドライト

これらの LLコンドライトの中には、衝突による変成を受けながらも溶けずに残った棒状かんらん石コンドリュールや大きな斑晶のフラグメントが存在する。これらの隕石は、全体としては、かんらん石や輝石における化学組成の均質化が進んだ一方で、非平衡な組成のかんらん石や輝石も含まれている。これに加えて、ある種の LLコンドライトに含まれているようなアルカリに富む岩石フラグメントも、もともと含まれていたと考えられる。以上のことから、この隕石は、衝突溶融する以前もやはりいろいろな岩石フラグメントから成る LLコンドライト物質の角れき岩、あるいはレゴリスであったことがわかった。

4) 衝突による化学的分化

衝突に伴う化学的挙動として次のような特徴が明らかになった。

これらは、同じ隕石の一部であったにもかかわらず、衝突の影響を受けた程度にはかなりの差があった。激しく溶融が起こったもの(例えば、Yamato - 790964, - 790143)では、局所的なメルトの移動によって Sr の分化が生じた。ただし、このメルトの移動は不規則で機械的なメカニズムによっていた。衝突の影響が小さいものでは(例えば、Yamato - 790723, - 790345)、溶融はあまり起こっておらず (Yanai et al ., 1981)、これらの元素の分化は特に認めることはできなかった。一方、アルカリ元素では、衝突によって多かれ少なかれ蒸発が起きた。しかし、衝突の影響の大小とアルカリの濃度の間には特に規則性はなく、むしろ隕石中に含まれるアルカリに富んだ岩石質フラグメントの多少によってこれらのアルカリ元素濃度が左右されていた。

5) 衝突に伴う温度・圧力・冷却速度

衝突溶融した Yamato - 790964 は少なくとも 500 Kb 以上の衝撃圧力を受けた。また、衝突時の溶融が不完全であったことから、衝突によって生じた最高温度は 1300 °C 前後(1250 °C ~ 1350 °C)であったと推定された。以上のような温度・圧力条件は、衝突を受けた普通コンドライトでこれまで見積られた温度・圧力条件としては最も高いものに相当する。また、レリックコンドリュール中のかんらん石の Ca, Fe 組成などから、冷却速度は 3 ~ 10 °C / h 程度と見積ることができた。

6) 衝突後における隕石の埋没深度および大きさ

Yamato - 790964 の衝突ガラス質物質の冷却速度から、衝突後の埋没の深さは 0.5 - 1.2 m 程

度と推定された。したがって、この隕石は、LLコンドライト母天体の表層物質そのものであったと言える。また、Ne の宇宙線生成核種の組成から、この表層物質が約2千万年前に、さらに母天体の表面から掘り出され、直径30 cm 程度以上の天体になったことが明らかになった。

論文審査の結果の要旨

本研究は、南極隕石の中で衝突溶融をうけている7個のコンドライト隕石と、比較のための8個の普通コンドライト隕石とについて、精密な微量元素分析、同位体分析を行ない、(1)衝突年代の決定、(2)衝突に伴う元素の挙動と岩石の構造変化の詳細な記述、(3)それらに基いての衝撃圧力、加熱温度、冷却速度などの物理条件の推定などを行なったものである。

隕石は太陽系形成の初期過程を保存する貴重な始源物質であり、同時に太陽系の全歴史を体験し、記録している。太陽系の惑星は衝突による破壊と集積のくり返しによって形成された。隕石も又、大なり小なり衝突の跡を保持している。衝突過程は、太陽系の研究にとって重要な過程であり、物理的手法では広く深い研究がなされているが、化学的手法での研究は遅れていた。その点で、本研究は、隕石化学の手法で衝突過程の解明に挑んだ野心的な試みと云える。

第一章は序論で、上記のような研究の目的と意義とが述べられている。

第二章は実験操作と用いた隕石試料の詳細な記載があり、分析データが十分信頼できるものであることが理解される。特に、(1)非常に複雑な組織をしている衝撃生成物の鉱物分離に成功したこと、(2)少量の試料で低濃度の Rb、Sr の精密分析、Sr 同位体分析とに成功した点は注目される。この結果、次章で述べられる年代決定が可能となった。又、希土類元素をはじめ、他の微量元素及び希ガスについて精密で系統的な測定を行なっており、X線マイクロアナライザーによる鉱物の主成分元素分析とあわせて、角礫質コンドライトとしては最も系統的かつ精密な分析データを提供している。

第三章は結果と考察で、以下の点を明らかにしている。

(1)衝突年代について。これまで衝突をうけて組織が複雑になっている角礫質コンドライトの年代測定は不可能とされていたが、本研究では先に述べた手法の工夫と緻密な実験によって 12 ± 0.5 億年という衝突年代の決定に成功している。これはこれまでに得られているコンドライト隕石の Rb - Sr 年代としては最も若く、かつ明確なものである。更に一連の南極隕石が13億年前後の K - Ar 年代を持つことを明らかにし、これらのコンドライト隕石がすべて同じ衝突事件を経験していることを示唆し、又これら隕石の ^{21}Ne 、 ^{38}Ar による宇宙線照射年代がどれも約 1800 万年であることから、それまでは一つの岩体であったであろうとする興味深いシナリオを提出している。

(2)衝突加熱による化学的分化について。衝突による変成をうけて複雑となっている隕石の綿密な顕微鏡観察と化学分析とによって衝突前のこれら隕石の岩石学的特徴を明らかにし、それに基づいて衝突による化学的分化として、脱ガス、不規則な部分溶融、各種元素の元素分化、アルカリ元素の部分的蒸発が起ったことを明確にしている。

(3)衝突に伴う温度・圧力・冷却速度について。詳細な岩石鉱物学的な観察と鉱物の元素分析とか

ら衝撃圧力として 500 kb 以上，加熱温度約 1300 °C，冷却速度 3 ~ 10 °C/hr と見積っている。これらの推定は従来の研究結果の応用ではあるが，化学的見地にとどまらず，化学データと衝突の物理過程とを結びつけようとする意欲は高く評価できる。

以上のように，本研究は，これまでは研究が困難とされていた角礫質コンドライト隕石について，衝突年代，衝突による化学変化，衝突の物理条件などを多角的に研究した上で明らかにしたもので，太陽系の歴史にとって重要な衝突過程を隕石化学の手法で探求した野心的かつ基礎的な研究である。

よって，論文提出者岡野 修は学術博士の学位を得る資格があると認める。