

# 100Mo 二重ベータ崩壊の同位体化学的検証

## Isotopic evidence of the double beta decay of 100Mo

# 日高 洋[1]

# Hiroshi Hidaka[1]

[1] 広島大・院理・地球惑星

[1] Earth and Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ.

<http://www.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/~geochem/geochem.html>

本講演では物理定数の設定に貢献する地球化学の研究例について私が深く関係しているものの中から二重ベータ崩壊の検証とその半減期の決定について述べる。

二重ベータ崩壊は極めて稀な壊変現象であり、その半減期は非常に長く、知られている限り  $10^{17} \sim 10^{24}$  年の範囲にある。その半減期の測定方法には(1)壊変による放出粒子を直接数えるカウンティング法と(2)壊変後の娘核種をその同位体過剰からとらえる地球化学的方法の二つのアプローチがある。カウンティング法は極めて低いカウントを取り扱うことになるため、そのバックグラウンドから有為なシグナルを検出する困難さがつきまとう。

一方、地球化学的方法では地質学的に古い形成年代をもつ鉱物において、対象とする壊変系の娘核種を含む元素の同位体測定から、その壊変に起因する同位体過剰を調べることになる。これまでに比較的多く研究されている例として、テルル鉱物中の Xe 同位体測定による  $^{130}\text{Te} \rightarrow ^{130}\text{Xe}$ ,  $^{128}\text{Te} \rightarrow ^{128}\text{Xe}$  あるいはセレン鉱物中の Kr 同位体測定による  $^{82}\text{Se} \rightarrow ^{82}\text{Kr}$  である。元来、金属鉱物中に含まれる初生の希ガス存在量は極めて低いために壊変による同位体過剰分の検出は他の壊変系にくらべて有利であると考えられる一方で、親核種-娘核種間の閉鎖系が十分に保たれているか、対象鉱物の形成年代が正確に求められるか、などの問題点も生じる。これに対し、娘核種が遷移金属元素である壊変系に着目し、ジルコン( $\text{ZrSiO}_4$ )の Mo 同位体分析による  $^{96}\text{Zr} \rightarrow ^{96}\text{Mo}$  の研究が行われており、 $9.4 \times 10^{18} \sim 3.9 \times 10^{19}$  年が見積もられている。ジルコンは物理化学的構造の強さから、風化等に耐え閉鎖系が保たれやすく、U-Pb 壊変系を用いて詳細に形成年代が用いられるという長所がある。一方、その結晶中に比較的少量の U を含むために  $^{238}\text{U}$  の自発核分裂生成物が蓄積し、Mo 同位体組成にも影響を及ぼしているため、その補正が必須である。

本研究ではモリブデナイト ( $\text{MoS}_2$ ) の Ru 同位体測定により  $^{100}\text{Mo}$  から  $^{100}\text{Ru}$  への壊変の検証を行った。測定には、形成年代が古いと思われる、西オーストラリア Mt. Mulguine, およびオーストラリア・クイーンズランド州 Osbourne 産の二種類のモリブデナイトを用いた。本手法により  $^{100}\text{Mo}$  の半減期を精密に決定するには(1)モリブデナイトの形成年代を正確に求めること、(2)  $^{100}\text{Mo}$  の壊変によって生成された  $^{100}\text{Ru}$  を正確に定量すること、が必要である。モリブデナイトについては  $^{187}\text{Re} \rightarrow ^{187}\text{Os}$  壊変系を用いた年代測定が有効に利用されている。二つのモリブデナイトの Re-Os 年代は Mt. Mulguine が 2.902 Ga, Osbourne が 1.051 Ga であった。一般的にモリブデナイト中には初生 Os がほとんど含まれておらず、その Os 同位体には Re の壊変起源のものが強調されている。Os と化学的性質が類似している Ru もモリブデナイト中にはほとんど含まれないことが予想された。予想通り、両モリブデナイト中の Ru 含有量は数十 ppt 程度と極端に低かった。初生 Ru 含有量の低さゆえに、その同位体組成には顕著に  $^{100}\text{Ru}$  過剰が確認され、特に Osbourne に至っては壊変起源の  $^{100}\text{Ru}$  のみしか検出されず、その他の Ru 同位体は検出限界以下のレベルであった。

以上のデータをもとに見積もられた  $^{100}\text{Mo} \rightarrow ^{100}\text{Ru}$  二重ベータ崩壊の半減期は Mt. Mulguine から  $2.1 \times 10^{18}$  年、Osbourne から  $1.9 \times 10^{18}$  年と非常に整合性のとれたものであった。地球化学的手法による  $^{100}\text{Mo}$  の半減期に関するこれまでの報告例としては、炭素質隕石の Ru 同位体比から求められた下限値  $10^{18}$  年のみである。