

軽元素資源の有限性に関する研究
—リチウム同位体測定を通じて—

学校教育専攻

総合学習開発コース

鈴木 真澄

指導教官 西村 宏

1. はじめに

学校教育における環境教育の取り組みについては、従来から実施されてきているところであるが、総合的な学習の時間が全面実施に移され、「環境」を主題とした授業の展開が多くの学校でなされるようになった。これらの環境教育では、地方の規模を超えるものは少なく、広汎な取り扱いをしている場合でも、地球規模での扱いとなっている。しかし、化石資源に見られるように、かつては無尽蔵に存在するように思われていた「石炭」や「石油」が、原料の有限性のゆえに永久に利用可能ではないことが明らかになってきている。化石資源に加えて、元素の場合にも枯渇の可能性が存在するという現実がある。

近年、電池などの原料となる資源として大量に消費されているリチウムの宇宙存在量は、宇宙的規模で見れば、一般的に考えられているほど大量には存在しない。しかし、極めて少量であるにもかかわらず、岩石質の地球には濃縮されて存在する。このため、地球では豊富に存在する資源であるように思われている。

元素の宇宙存在度は、主に恒星内部での元素合成過程によって説明されている。しかし、リチウムなどいくつかの軽元素の合成過程については確立した考えはまだない。リチウム元素の合成過程が解明され、資源としての元素の有限性を認識することができれば、新たな「化石資

源問題」を未然に防ぐことが可能となることが期待できる。

隕石の中には、原始太陽系形成時またはそれ以前の状態をそのまま保持していると考えられている始原隕石がある。始原隕石に含まれるリチウムの存在度や同位体比を分析することにより、リチウム合成過程解明の手がかりが得られることが期待され研究が継続されているが、リチウム元素合成過程の解明につながるような顕著な同位体組成の変化が見出されたという報告はまだない。

1980年代終盤になって Murchison 隕石から、太陽系形成以前の出来事をそのまま反映した物質であるプレソーラーグレインが発見された。その中に残存している前期太陽系の組成を反映した同位体過剰が発見されるに至った。それにより前期太陽系星雲時代の鉱物粒子の形成や元素合成がどのような種類の恒星で行われたかについての知見が徐々に得られつつあるが、リチウムについてはまだ測定結果がなく、その成因については解明されていない。

本研究では、リチウムの合成過程に関する理論について検討し、新たに開発されたイオン源を備えた質量分析法を用いて始原隕石中のリチウム同位体比の測定を行い、その起源についての情報が得られるかどうかを検討することとし、その結果から元素資源の有限性に関する知見を得て、それを総合的な学習の時間に導入できる

かどうかについても一部考察する。

2. リチウム元素合成に関する諸理論

これまでに提案されてきた主なリチウムの合成過程としては、1)核破碎反応、2)熱中性子捕獲反応、3)Big Bang 時における原子核合成、4)熱核融合反応の4つが挙げられるが、1つの過程のみで現在のリチウム同位体比を説明することは難しく、いくつかの過程が複合的に組み合わさって生成されたと考えられている。

3. 隕石におけるリチウム同位体比測定の可能性

リチウム同位体比の測定には、従来、酸による試料の化学的前処理を必要としたので、この処理によってリチウムが溶出し、測定が困難であった。また従来の測定では、始原的なリチウム混入を示すような大きな同位体比の異常は観測されていないが、Klossa et al.(1981)によって Allende 隕石中でやや低い ${}^7\text{Li}/{}^6\text{Li}$ 同位体比の報告もある。ただ、この実験データに対する明らかな解釈がない。

4. プレソーラーグレイン

プレソーラーグレインは、太陽系の形成以前の段階で気体から直接固化した物質が残存し、隕石中に捕らえられたものと考えられている。1987年に Allende 隕石からダイヤモンド、炭化ケイ素、グラファイトなどミクロンサイズの微粒子が分離された。その後、他の隕石からもプレソーラーグレインが見出され、希ガスなどの大きな同位体異常が次々と報告されている。これらのプレソーラーグレインを含んだ隕石試料を研究することにより、太陽系形成以前の情報が得られることが期待されている。

5. リチウム同位体測定

リチウム同位体測定には、試料直接充填法表面電離型質量分析計 (DLMS) を用いた。実

験室標準となる地上物質のリチア輝石及びリチア雲母、始原隕石に分類されている Allende 隕石を用いて同位体比測定を行った。それらの結果をまとめた図を図 1 に示した。これらの比較から、原始太陽系星雲時代に生じたリチウム元素合成によってもたらされた可能性のあるリチウム同位体異常の痕跡を探ったが、隕石中のリチウム同位体比には実験室標準との大きな差は見出されていない。

6. おわりに

リチウム元素合成過程の理論を考察し、隕石中のリチウム同位体比を測定したことから、現在の太陽系やそれ以前の姿および元素資源の有限性について示唆を得ることができた。リチウム元素の有限性を、総合的な学習の時間の中で示すことにより、環境教育の一環としてユニバーサルな枯渇資源の問題に言及することができる基礎的な知見が得られた。

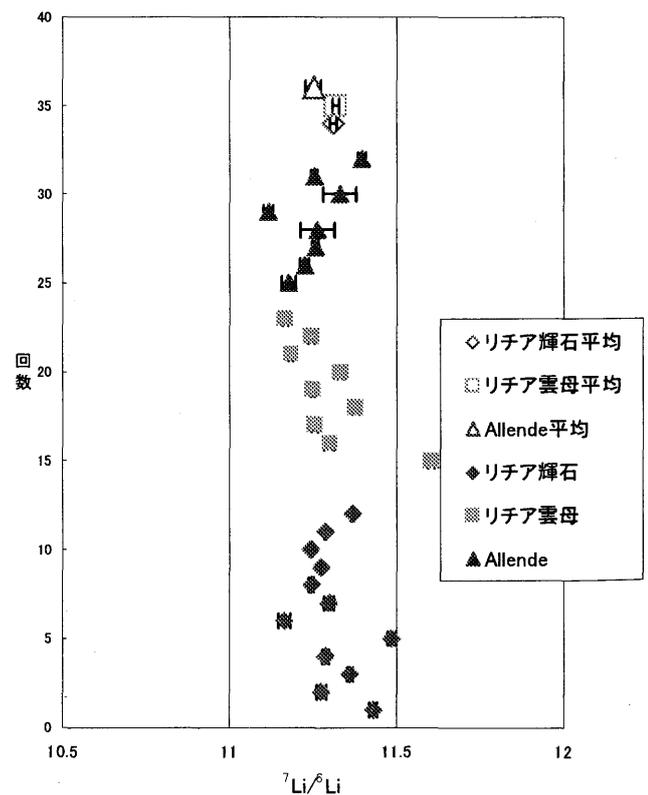


図 1 地上物質と隕石中のリチウム ${}^7\text{Li}/{}^6\text{Li}$ 比