

「宇宙の水、太陽系の水、地球の水

講演日：5月15日

講演者：理学研究科地球惑星科学専攻 土山明教授

レポーター：理学研究科地球惑星科学専攻 修士課程1年 高橋竜平

・ 講演概要

1. 宇宙における水

太陽系における元素存在度を考えると、水素は最も多く、酸素は3番目に多い元素である。水素は H_2O や H_2 （気体）、酸素は H_2O 、ケイ酸塩鉱物、 CO として存在しているため、水の原料は宇宙に普遍的に存在する。宇宙の水（宇宙の物質）の原材料は晩期星→星間領域→分子雲→若い星→主系列星→晩期星と輪廻している。

2. 太陽系・地球における水

太陽系の形成過程は、まず最初にガスとダストによる原始太陽系円盤が形成され、そこから微惑星が形成され、微惑星の集積により地球型惑星が形成、円盤ガスの落ち込みによる巨大ガス惑星の形成、そして惑星系が完成し、円盤が消失する。現在の火星と木星の間に雪線と呼ばれる境界が存在していたと考えられ、水は雪線より内側では水蒸気として、外側では氷として存在する。

火星には水が存在していたと考えられ、生物の痕跡の可能性のあるものも見ついている。地球は水の惑星であり、その水は表層に集中して海を形成している。しかしながら、海の質量は地球の質量のわずかに0.023%に過ぎない。地球は雪線の内側で形成されており、このわずかな量の水（海）の起源はよくわかっていないことが多い。また月や水星は極域のクレーターに氷を持っている。

3. 地球外物質の水

地球外物質には隕石・宇宙塵のように落下してくるものと、月・小惑星・彗星・星間塵のように探査機によって採取されるものがある。

小惑星物質のうち99.9%は隕石である。隕石は全岩化学組成や熱変成、水質変成の程度によって分類されている。それらの違いの起こる原因に太陽系での形成領域の違いの可能性が考えられている。太陽に近い順に並べると、エンスタタイトコンドライト、普通コンドライト、Rコンドライト、炭素質コンドライトとなる。雪線は炭素質コンドライトの位置にくる。水質変成を受けている炭素質コンドライト中には含水鉱物である *serpentine* や *saponite* といった層状珪酸塩鉱物が見られる。このような層状珪酸塩鉱物は実験室での非晶質珪酸塩の水質変成実験により再現されている。また炭素質コンドライト中に有機物ナノグロビュールという、数百 nm~1 μ m の球形状有機物がある。これは $^{15}N/^{14}N$ や D/H の大きな同位体異常を持つことから、極低温で生成したと考えられている。普通コンドライト中にも *halite* の存在が確認され、起源として Europa の海などの可能性が考えられる。

4. 隕石・惑星の酸素同位体比

縦軸に $\delta^{17}O$ 、横軸に $\delta^{18}O$ をとって質量分別線をひくと、隕石や惑星は地球・月の質量分別線と傾きが異なるものがたくさんある。非質量分別の原因として、自己遮蔽効果という現象がある。紫外線により、 $C^{16}O$ 、 $C^{17}O$ 、 $C^{18}O$ がそれぞれ解離するが、 $C^{16}O$ は量が多いために、分子雲まで届かない。解離した酸素は水素と結合し H_2O となるため、分子雲では ^{17}O -rich、 ^{18}O -rich な水が生成する。

- レポーター感想

私は自分の研究として炭素質コンドライトを模擬した非晶質珪酸塩の水質変成実験を行っているが、その水について、太陽系形成時からどのように存在していて、その後どうなったのか等を今回の講演で詳しく知ることができた。また、隕石の分類が太陽系での形成領域の違いに対応していて、炭素質コンドライトの一部のみが水質変成を受けているのは、それが雪線の外側で形成されたからだということはとても興味深くかった。地球外物質の同位体比が地球の物質のそれと異なることについては、もう少し勉強してみようと思った。