

宇宙に水晶はあるか？ Is there quartz crystal in space?

川崎 雅之^{1*}

KAWASAKI, Masayuki^{1*}

¹ 狭山市

¹ Sayama City

地球表層には大量のシリカ鉱物、特に水晶（石英）が存在しているが、地球外物質（隕石、月、火星など）には極めて少ないことが既に知られている。実際、隕石中に含まれている鉱物は珪酸塩鉱物（かんらん石、輝石、長石）と鉄ニッケル合金が中心であり、シリカ鉱物は一部の隕石に少量報告されているに過ぎない。

太陽系形成の初期において、惑星は高温の溶融状態にあり、その後の冷却過程で核・マントル・地殻に分化している。核には主に鉄（+ニッケル）が、マントルにはかんらん石や輝石が濃集し、地殻には玄武岩が形成された。月の地殻は斜長岩と玄武岩である。水星・金星・火星では地形と分光分析により、その地殻は玄武岩質と推定されている。一方、地球の地殻は海洋地殻と大陸地殻に分けられ、海洋地殻及び大陸地殻下部は玄武岩質であるが、大陸地殻上部は花崗岩質である。

シリカ（ SiO_2 ）はNa、Mg、Ca、Alなどと共に容易に珪酸塩鉱物を形成するので、シリカ鉱物が存在するためには、それらの元素以上に過剰な SiO_2 が必要である。玄武岩中の SiO_2 量は少なく、シリカ鉱物とは共存しない。一般的にシリカ鉱物が単独で存在し得る火成岩は SiO_2 量の多い花崗岩である。月物質の一部に石英を含む花崗岩が確認されているが、量は少なく、他天体を含めても、水晶の存在は希である。分化によってできた地殻を構成するのは主に玄武岩ないし斜長岩であり、量的に花崗岩はできにくい。マントルのかんらん岩が部分溶融してできるマグマも玄武岩質である。他天体の地殻が花崗岩より SiO_2 に乏しい岩石で構成されていれば、そもそも水晶が存在しにくい。むしろ、地球の地殻において水晶が多い理由は大量の花崗岩が存在することにあると言える。

では、花崗岩はどのようにしてできたのか？ 実験から水の存在下で玄武岩が部分溶融すると、できたマグマは SiO_2 に富む安山岩～花崗岩質マグマであることがわかっている。玄武岩質の海洋地殻は中央海嶺で生成され、プレートの沈み込み帯で地球内部に入り込み、大量の水をスラブ（沈み込んだ海洋プレート）上側のマントルに放出する。その水が地殻下部を部分溶融させ、 SiO_2 量の多い安山岩質～花崗岩質マグマを形成している。

元々、地球は金星、火星や月に比べて、水に富んだ星である。惑星の分化が進んだ時点で、海洋が存在し、プレートの動きに従い、地球内部と地表との間で水の循環が成立している。その結果、地殻下部への水の連続的な供給が安山岩～花崗岩質マグマの形成を促進し、大陸の成長につながった。他の天体ではプレートの動き（プレートテクトニクス）は無かったか、あるいは限定的であったと考えられている。

地球表層の豊富な水は地殻上部でも循環し、熱水作用により、 SiO_2 の単結晶、すなわち水晶を大量に形成した。地球が他天体（月や地球型惑星）に比較して、水が豊富であったこと、プレートテクトニクスにより水の循環が容易に行なわれたことが、地殻上部における水晶の形成につながった。

大昔、水晶を見た人々は「水晶は透明な硬い氷である」と考えた。今日、我々は水晶が氷ではなく、 SiO_2 の結晶であることを知っている。しかし、水晶の形成過程を見れば、「水晶こそ水が作った結晶である」と言えるのである。

もちろん、これは水晶だけに当てはまるのではない。花崗岩に伴う鉱物、水から晶出した鉱物はすべて水の賜物である。2008年、アメリカのHazen et al. は鉱物進化論を唱えた（Amer. Mineral., 93, 1693；日経サイエンス2010年6月号）。地球の進化（起源、分化、大陸の形成、生命との共進化）の過程に応じて、新たな鉱物形成プロセスが生まれ、鉱物の種類が増えてきた。特に生命の発生が地球大気を酸化的にしたことの影響が大きいという。大陸の形成、生命の発生・進化に水が必須であることから、水の存在こそが鉱物の多様性を生み出した原動力と言えるだろう。水晶の普遍性はその結果の一つである。

キーワード: 水晶, 花崗岩, 水, 地球史, 隕石

Keywords: quartz, granite, water, earth history, meteorite