

集積岩ユークライト中に含まれるQuartz及びTridymiteの鉱物学的研究
Mineralogical study of quartz and tridymite in cumulate eucrites

*大野 遼¹、竹之内 惇志¹、三河内 岳¹

*Haruka Oono¹, Atsushi Takenouchi¹, Takashi Mikouchi¹

1. 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

1. Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

はじめに：シリカ鉱物は地球では地殻を構成する主要な造岩鉱物の一つで、様々な温度圧力条件によって23種以上の多形を持つことが知られている [Sosman, 1965]。地球外物質中ではシリカ鉱物の産出は多くないが、いくつかの異なる多形 (α -quartz, tridymite, cristobalite など) として存在することが報告されている。しかし、多くの場合、シリカ鉱物としてのみ記載されるだけで、具体的な鉱物種まで言及されることは稀である。地球外物質中のシリカ鉱物で、最も普遍的に存在するのはTridymiteであるが、単斜晶系と直方晶系が主に存在しており、地球外物質中に見られるものはほとんど単斜晶系である [Kimura et al., 2006]。高温ではこれら両者とも六方晶系であるが、単斜晶系の場合は、冷却過程でいくつかの異なる直方晶系を経ることが知られており、その転移過程や結晶構造の関係は非常に複雑である [Graetsch and Florke, 1991]。このように、シリカ鉱物は多様な多形を持つが、相安定関係を用いた議論は地球外物質中のシリカ鉱物についてはほとんど行われていない。本研究では、3つの集積岩ユークライト中のシリカ鉱物に着目し、その岩石の冷却過程や形成環境とシリカ鉱物間の転移速度について考察を行った。

試料・手法：試料には3つの集積岩ユークライト (Moore County, Moama, Y980433) を用いた。光学顕微鏡とSEMによる観察およびEPMAによる元素マッピングによりシリカ鉱物の位置を特定し、その後、EBSD像解析と顕微ラマン分光によってシリカ鉱物の相同定を行った。

結果・考察：Moore CountyとMoamaにはTridymiteのみが含まれていたが、Y980433にはTridymiteとQuartzが存在していた。Moore CountyのTridymite (すべて単斜晶系) は他の隕石に比べてサイズの大きいもの (~3 mm) が複数含まれていた。Moore Countyは、一度990 °Cから0.00016 °C/年で730 °Cまで徐冷された後、930 °Cまで再加熱され、その後、0.3 °C/yrで730 °Cまで急冷されたと思われている [Miyamoto et al., 1992]。他の隕石よりも大きなTridymiteが存在したのは、第一段階の冷却速度が他の2つよりも遅かったためと考えられる。Moama中のTridymiteは約0.5 mmの結晶が最大であり、それ以外は0.1 mm以下であった。多くのTridymiteは、SEM観察によるとラメラ状の組織をしており、ホストは単斜晶系であったが、ラメラの部分は直方晶系であった。Moamaは0.0004 °C/年ほどの冷却速度と思われており [Harlow et al., 1979]、Moore Countyより冷却速度は少し速い。Moama中の直方晶系のTridymiteラメラは単斜晶系から直方晶系への冷却速度の違いによる部分的な転移の可能性があるが、その成因ははっきりしない。Y980433中のTridymiteは自形で、EBSDの結果によると、単斜晶系と六方晶系が存在したが、ラマン分光ではすべて単斜晶系であった。これは、六方晶系の場合は単斜晶系の結晶による双晶または連晶、あるいはEBSD像解析のフィッティングエラーと考えられる。QuartzはY980433に存在するメルト脈の縁や輝石と斜長石の粒間などに確認できた。Quartzの粒形は不定形をしており、Tridymiteとは明らかに異なる産状である。このことから、Quartzは例えば衝撃変成のような二次的な過程により晶出した可能性がある。Y980433中のメルト脈は斜長石が一部マスケリナイト化していることなどから、ショックメルトと考えられる。

結論：以上のように集積岩ユークライト中に見られるTridymiteは結晶化末期に晶出したと考えられ、岩石の熱履歴に対応して異なった晶系で存在していることが明らかになった。衝撃などの外部からの影響を受けずに徐冷したと考えられているMoamaから2種類の異なる晶系のTridymiteがラメラ状の組織で確認できたが、これは転移速度に関係して形成された可能性がある。また、Y980433に見られるQuartzはどれも他形であったことから、衝撃溶融などの変成を受けて二次的に晶出したものであると考えられる。このように、シリカ鉱物を観察することで冷却速度や変成条件等が推測できることが期待されるが、シリカ鉱物、特にTridymiteは非常に複雑な多形を示し、単純に単斜晶系、直方晶系と言う分け方では済まない可能性があるため、さらなる結晶構造の解明が必要である。

キーワード：シリカ鉱物、ユークライト、冷却速度、転移、トリディマイト

Keywords: silica minerals, eucrite, cooling rate, inversion, tridymite