

D'Orbigny のガラスの起源：angrite 母天体の理解に向けて Origin of D'Orbigny glass: Towards the understanding of the angrite parent body

鈴木 博子^{1*}, 三河内 岳¹, 小澤 一仁¹
Hiroko Suzuki^{1*}, Takashi Mikouchi¹, Kazuhito Ozawa¹

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

D'Orbigny は angrite の中でもガラスを豊富に持つ点で特異な存在であり (Kurat et al., 2001), ガラスの成因を明らかにすることは D'Orbigny の形成過程, そして angrite 母天体の物理化学的性質の理解に重要である. これまで D'Orbigny のガラスについては, Varela et al. (2003) や Kurat et al. (2004) により, 星雲ガスからの凝縮物が交代作用により変質を受けたものであると主張されてきた. しかし, ガラスだけでなく結晶部も星雲ガスからの凝縮物であるとするこの説は, D'Orbigny を火成岩と考える諸説 (Mittlefehldt et al., 2002 など) と相反するものである. 本研究では, 実体顕微鏡・SEM 観察や EPMA・EDS 分析に基づいてガラスの成因を明らかにし, ガラスの起源が不明であるために錯綜していた D'Orbigny の成因に関する議論を解決し, angrite 母天体内部の過程に関する情報をより正確に抽出できるようになったことを示す.

D'Orbigny は緻密部と多孔質部よりなる (Kurat et al., 2001). 本研究で用いた試料は晶洞が存在することから多孔質部であると考えられる. 試料中のガラスは厚さ 0.1mm の膜状に薄く広がって D'Orbigny の鉱物と接している. 薄く広がったガラスの表面は Varela et al. (2003) が foamy glass と称した泡状の構造を持つ. ガラス断面には円や楕円状の空隙が見られ, まれに Fe 酸化物や輝石の樹枝状結晶ができています. さらに, angrite にはないカリ長石, 石英, 斜方輝石など地球由来の鉱物片を含む平均粒径 10 ミクロン以下の破片の集合体が D'Orbigny ガラスを覆い, 接触部に沿って D'Orbigny ガラスとは異なり K を含み SiO₂ に富んだガラスが挟在する. 鉱物片集合体は, ガラスの近傍で部分融解組織を示すこともある. D'Orbigny 結晶部には, ガラスとの境界から 0.5mm の範囲に限って, 結晶の溶解や FeS が二相に分解している組織が認められる.

D'Orbigny ガラスの平均化学組成は全岩と同じである. 組成のばらつきは酸化物プロット上で D'Orbigny の主要鉱物組成を結んだ範囲に入る. Varela et al. (2003) が報告しているように, 組成の異なる部分が墨流し様の流理構造を示すものもある. ガラスに接する D'Orbigny の olivine は, 内側に最大 5 ミクロンの厚さで外に向かって Mg に富む層を持ち, その外側には 2 ミクロンの厚さで外に向かって Fe に富む層を持つ. さらに, ガラスは, olivine に向かって Fe と Mg に乏しくなっている.

D'Orbigny ガラスの平均組成は全岩組成とほぼ一致しているため, 外部からのメルト等の混入は考えにくい (Varela et al., 2003). 最大粒径が 1mm 程度の結晶からなる完晶質な岩相と全岩と同じ組成のガラスは, それらの生成に必要な冷却速度が大きく異なるため, 両者を同時に形成することは不可能である. 衝撃変成の証拠はまったくないため, 衝撃による融解の可能性も排除される (Varela et al., 2003). また, D'Orbigny 組成のガラスの表面が, SiO₂ に富んだガラスを挟んで地球由来の鉱物片集合体に覆われることから, 融解が地球上で起きたと判断される. ガラスと olivine の組成不均一は, olivine がいったん溶けた後に急成長したことを示している. 以上から, D'Orbigny ガラスは angrite 母天体上で形成されたものではなく, D'Orbigny が地球の大気圏を落下中に摩擦熱によって融解し, そのメルトが結晶の隙間や晶洞などに入り込み, 地球上で固結したものであると結論される. D'Orbigny は多孔質な特徴を持ち, 隕石内部にメルトが移動し易かったと考えられる. この結論は D'Orbigny の希ガスが, バルクでは宇宙線照射起源のものが多く, ガラスでは太陽 (地球大気) 成分を多く含む (Busemann et al., 2006) ことも整合的である.

D'Orbigny のガラスは, 地球の大気圏落下中の摩擦発熱によるものである. D'Orbigny の組織と空隙に向かう系統的な鉱物組み合わせ, 化学組成のゾーニングなどからも D'Orbigny は火成岩であると考えて良い (Mittlefehldt et al., 2002; Suzuki et al., 2012). 以上の結論から, D'Orbigny の持つ様々な情報から地球での現象によるものを区別し, マグマ生成や分化等の母天体過程に関する情報を正確に抽出し, 母天体内部の物理化学的性質の理解が可能となった.