

ザクロ石-H₂O フリイド間の二面角と上部マントル深部での地震波低速度層 Dihedral angle of garnet-H₂O fluid in eclogite: Implication for low S-wave velocity regions at lowermost upper mantle

橋本 美華^{1*}, 松影 香子²Mika Hashimoto^{1*}, Kyoko N. Matsukage²¹ 愛媛大学理学部地球科学科, ² 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター¹Department of Earth Sciences, Ehime University, ²Geodynamics Research Center, Ehime University

ウェッジマントルの深さ 300–400 km 付近の一部地域に S 波の低速度域が存在することから、H₂O 流体が鉱物粒界に存在する可能性が示唆されている [1]。これら H₂O 流体の地球内部でのふるまいを明らかにするため、マントル中における水の浸透性に焦点を当てた研究が行われている [3–5]。岩石中に存在する流体の浸透性は固-液間の界面エネルギーのつり合いによって決まる二面角（濡れ角）によって支配され、二面角が 60° 以下になるとごく少量の流体でも岩石中で連結し、移動するようになる。

かんらん石-H₂O 流体の系では、温度や圧力の増加にともなって二面角は小さくなり [3]、流体は岩石中にとどまることができない。一方でパイロープ-H₂O 流体の系では、二面角は圧力増加とともに大きくなることが報告されている [4]。本研究では、より複雑な化学組成を持つ、エクロジャイト組成のザクロ石と H₂O 流体の系で実験を行い、二面角の圧力依存性を調べた。そしてウェッジマントルでの H₂O 流体のふるまいについて考察した。

JB-2 (玄武岩) に H₂O が 3.5 wt% になるように Mg(OH)₂ を加えたものを出発物質とし、実験は、マルチアンビル型高圧発生装置 (ORANGE1000) を用いた。温度は 1000 °C で一定、圧力は 4–13 GPa、保持時間は 24 時間とした。二面角の測定には NIH の Scion Image を用い、FE-SEM で得られた画像をもとに見かけの二面角をランダムに 200 ヵ所測定し、中央値を真の二面角とした。鉱物化学組成分析は SEM-EDS を用いて行った。

低圧 (4–8 GPa) では、ザクロ石、輝石、コーサイト、ルチルが存在しており、高圧 (10–13 GPa) では、ザクロ石の組成がメジャーライト化し、輝石の量が減少していった。ルチルの代わりに FeTi 水酸化物が晶出した。また、8 GPa 以下では、試料カプセル内で高温側に H₂O 流体が分離しており、急冷物質も存在していた。さらにザクロ石の粒界の一部にも急冷物質が観察でき H₂O 流体相は連結ネットワークを形成していたと考えられる。この連結ネットワークは、輝石-輝石の粒界では見られず、輝石-H₂O 流体の系では二面角は 60° 以上である可能性が考えられる。一方、10 GPa 以上では、H₂O 流体は分離しておらず、流体相の連結ネットワークは見られなかった。しかし、微小領域を拡大して見ると鉱物粒界に粒径 1 μm 以下の急冷物質がみられ、鉱物粒界に H₂O 流体が存在していたといえる。また、急冷物質が多く観察されたことから、ここでいう H₂O 流体にはケイ酸塩成分が多く溶け込んでいる可能性がある。

ザクロ石の二面角は、圧力が高くなるにつれ大きくなり、10 GPa 付近で 60° 以上となり、さらに圧力が増加するにつれ 60° 以下へと変化していった。

二面角の圧力変化と鉱物組織の変化から、約 10 GPa (= 深さ~300 km) ではザクロ石の富んだ岩石は流体を粒界にトラップしようと考えられる。また、輝石を含むことによって、さらに二面角は大きくなり、濡れにくくなる可能性があることから、ザクロ石や輝石に富んだ岩石が上部マントル最下部に存在し、その鉱物粒界に少量の流体がトラップされれば、S 波速度の減衰、減少を引き起こしうると推定する。

キーワード: 二面角, H₂O 流体, 地震波低速度層, ザクロ石, マントルウェッジ, 連結性Keywords: Dihedral angle, H₂O-fluid, seismic low velocity zone, garnet, wedge mantle, connectivity