

## 玄武岩掘削試料の透水実験に基づく海洋地殻の浸透率変化と海洋底での流体移動 Evolution of permeability and fluid pathway in the oceanic crust inferred from experimental studies on basalt cores

川口 健太<sup>1\*</sup>, 片山 郁夫<sup>1</sup>

Kenta Kawaguchi<sup>1\*</sup>, Ikuo Katayama<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University

海洋地殻は中央海嶺で形成された後、最長で1億数千万年という年月をかけて海溝へと水平に移動し、大陸プレート、あるいは別の海洋プレートの下に沈み込んでその一生を終える。この間、海洋地殻は様々な物理的、化学的変化を受ける。中央海嶺近傍では、300 から 400 の高温のブラックスモーカーや、多様な生物の存在から、火成活動に起因する活発な熱水循環系が発達しているとされる。さらに、中央海嶺から離れた後も、数から数十 の低温の熱水循環が引き続いて起こっていることが、モデル計算と熱流量の観測との相違から推察されている。こうした熱水活動は浸透率というパラメータと密接に関連している。海洋地殻の浸透率は海洋底掘削の際の掘削孔を用いたその場観測により、深さごとの値や、年代による変化が詳細に知られるようになった。浸透率の深さによる違いは、海洋地殻を構成する岩石種や、その構造が大きな要因となっていると考えられる。

中央海嶺において玄武岩質マグマが海底に直接噴出し、海洋地殻最上部には枕状溶岩や、それが海水により急冷されて破碎された破片の集合体であるハイアロクラスタイトが形成される。その浸透率は間隙や割れ目の存在から  $10^{-10} \text{ m}^2$  から  $10^{-12} \text{ m}^2$  という高い値を示す。その下部には、塊状玄武岩、平行岩脈群、ハンレイ岩の順に存在するが、それらの浸透率は間隙や割れ目がほとんど存在しないことから  $10^{-16} \text{ m}^2$  以下と低い値を示す。さらに、海洋プレートの移動に伴って、海洋地殻最上部には遠洋性堆積物がしだいに厚くなっていく。この遠洋性堆積物の浸透率は低くその値は  $10^{-14} \text{ m}^2$  から  $10^{-18} \text{ m}^2$  である。したがって、枕状溶岩やハイアロクラスタイトからなる浸透率の高い最上部玄武岩層は、その上下に浸透率の低い層に挟まれた格好になる。そのため、中央海嶺から離れた非軸部の低温の熱水循環系は最上部玄武岩層内に存在し、海底とは遮断され、熱水循環は海底下で静かに起こっていると推定される。

さて、浸透率の年代による変化であるが、高い浸透率を示す最上部玄武岩層においては、プレートの年代とともに系統的に低下することが分かっている。その変化は、年代が1 Maの地点では約  $10^{-10} \text{ m}^2$  であったものが、7 Maの地点では  $10^{-14} \text{ m}^2$  とおよそ600万年の間に4桁低下するというものである。本研究はこのような浸透率の系統的な低下がなぜ生じるかという点に着目して実験を行った。

海洋プレートは年代とともに深さが増し、その最上部の遠洋性堆積物の厚さも増加することから、最上部玄武岩層にかかる封圧も年代とともに増加していく。こうした封圧の増加に起因する圧密により、最上部玄武岩層の浸透率が低下するかどうかを、海洋底掘削試料の玄武岩を用いて、広島大学設置の容器内変形透水試験機を用いて実験した。実際に海底下で推定される封圧変化を再現して、浸透率の測定実験を行ったが、その場観測から期待される4桁もの浸透率の低下は認められなかった。このことから、浸透率の低下には、圧密以外のプロセスが主に働いていると結論づけた。

また、今回は約1から2 Maの年代を持つ玄武岩と140 Maの年代を持つ玄武岩の掘削試料を用いて実験を行ったが、古い140 Maの年代を持つ玄武岩には多量のカルサイト脈が見られた。こうした脈は1から2 Maの若い年代の玄武岩には見られなかったため、こうしたカルサイトの沈殿が熱水の流路を遮断し、浸透率が低下していると予想した。また、熱水の流量や炭酸カルシウムの溶解度などを用いた計算の結果、海洋底の熱水中に溶解している炭酸カルシウムだけでは、高浸透率領域の間隙や割れ目を全て充填するには不十分な可能性が高いと分かった。そして、非軸部の海洋底において、低温の熱水活動に起因する多様な生物圏が広がっていることが近年示唆されている。これらをまとめて、最上部玄武岩層の、年代による浸透率の低下は、生物活動による沈殿が大きな要因であると推定した。

陸上に顔を出した緑色岩や緑色片岩の多くは中央海嶺で形成された海洋底玄武岩を起源に持つが、付加体や高压変成帯に海洋底玄武岩が取り込まれるか否かは海洋底の玄武岩の浸透率や間隙率の構造が鍵を握っていると言われている。このように大陸や島弧に取り込まれた海洋地殻物質中には、海洋底で形成された沈殿物や鉱物脈が存在している可能性が高い。このような沈殿物や鉱物脈の産状、量比を元あった海洋底での深さごとに調査すれば、海洋地殻の構造を知ることができるかもしれないという考えを提案する。

キーワード: 海洋地殻, 熱水循環, 浸透率, 間隙率, 炭酸塩鉱物沈殿

Keywords: Oceanic crust, Hydrothermal system, Permeability, Porosity, Carbonate precipitation