

中～高速拡大海嶺における上部海洋地殻構造の変化とその要因について

Factors governing the structure of the upper oceanic crust formed at intermediate-fast-spreading rate

海野 進^{1*}

Susumu Umino^{1*}

¹金沢大学地球学教室

¹Dept. Earth Sciences, Kanazawa Univ.

上部海洋地殻構造とマグマ溜り深度の関係

上部海洋地殻の構造を特徴づけるマグマ溜り(AMC: Axial Magma Chamber)深度, 噴出岩とシート状岩脈群の厚さの比 Re/i , 密度構造と地形の関係について検討した。拡大速度11-14 cm/aの東太平洋海嶺(EPR: East Pacific Rise), 4.9-5.5 cm/aのガラパゴス海嶺(GSC: Galapagos Spreading Center)の Re/i はAMC深度と負の相関を示す。EPRでは海嶺軸上で定置した噴出岩層厚はAMC深度によらずほぼ一定であるのに対して, GSCでは正の相関を示す。全噴出岩層厚では, どちらの海嶺軸もAMC深度と逆相関する。これはEPRでは中軸トラフ(Axial trough)が発達せず, 溶岩は海嶺軸上に止まることなく, 裾野へ流下してオフリッジで堆積するためと考えられる。一方, GSCではAMCが深いセグメントほど中軸トラフが発達し(Blacic et al., 2004), 軸上に厚く溶岩がトラップされると考えられる。ではなぜ1) AMCが深いほど海嶺軸トラフが発達し, 2) AMCが浅いほど噴出岩の総厚が厚くなるのであろうか。

AMC深度は何によって決まるのか

中～高速拡大海嶺におけるAMC深度は, AMCに供給されるマグマと熱水循環によって取り去られる熱量の釣り合いによって説明される(Phipps Morgan and Chen, 1993)。熱水循環による冷却効率, 熱水循環経路の発達具合によって決まると考えられる。熱水の経路を作り出すメカニズムとして有力なものは, プレート拡大に伴う歪みによって生じる断層・引張亀裂と岩脈貫入である。断層と岩脈が上部地殻のどの部分をどのように拡大させるかは, 上部地殻中の浮力の中立点(LNB: Level of Neutral Buoyancy)の存在と, マグマ量によって決まる(Umino et al., 2008)。深海掘削第1256D孔に見るように, (超)高速拡大海嶺では噴出岩層が主として高密度のシート溶岩からなるため, LNBが存在しない。そのため, 一旦マグマ貫入が発生すると, 容易に噴火に至る。噴火が終息するまでの間に冷却固化したマグマは岩脈となり, 上部地殻を拡大させる。一方, 中速拡大海嶺では, 深海掘削第504B孔のようにLNBを中心に岩脈が貫入し, それよりも上部は断層・引張亀裂によって拡大する。また, EPRやGSCの一部のセグメントのようにAMCを欠く場合には, 脆性地殻は断層・引張亀裂のみによって拡大する。このように上部地殻の密度構造とマグマの密度・量によって地殻の拡大様式が決まり, その結果, 熱水系の発達が促進されたり, 抑制されたりすると考えられる。

全噴出岩層厚は何が決めるのか

EPRでもGSCでもAMCが浅くなるほどオフリッジで定置する溶岩がより厚くなるために, 噴出岩の全層厚も厚くなる。LNBを欠く(超)高速拡大海嶺では噴火が終息する条件として, 1) AMCの全てのマグマが噴出する, 2) AMCの余剰圧が火道周囲の静岩圧よりも低下したために, 火道が閉塞する, 3) 火道中でマグマが冷却固結(Bruce and Huppert, 1990), または粘性率

が上昇することで停滞する(Wylie et al., 1999), などが考えられる。EPRにおける溶岩流の体積はAMCに比して概ね1桁小さく (Singh et al., 1998; Sinton et al., 2007), 1のケースは考えにくい。また, EPRにおける典型的な噴火の終了時のAMC頂部における余剰圧の低下はたかだか0.02 MPaであり, 2のケースもありそうにない。

玄武岩質火山に最も普遍的なストロンボリ式噴火では, 数時間~10数時間で噴火が終息することが多い (3のメカニズム) (Wylie et al., 1999)。EPRのロベートシート溶岩の代表的な体積と割れ目火口長は0.01-0.1 km³および1-18 kmである(Sinton et al., 2002)。溶岩の粘性率を100Pasとすると, ロベートシート溶岩となるための溶岩噴出率は300-1440 m³/s (Gregg and Fink, 1996), 噴火時間は10-20時間となり, 陸上の割れ目噴火にほぼ等しい。以上より, 溶岩の噴出量は火道を上昇するマグマの冷却に伴う粘性率の増加・固結によって噴火が終息することで規制されることが考えられる。AMCが深いと火道が長くなる分冷却が進み, 火道がより短時間で閉塞することが考えられる。また, マグマの圧力勾配が小さくなり, 噴出率が低くなるために, 噴出量が少なくなると思われる。

キーワード:中央海嶺,海洋地殻,深海掘削,東太平洋海膨,ガラパゴス海嶺

Keywords: Mid-ocean ridges, Oceanic crust, Ocean drilling, East Pacific Rise, Galapagos Spreading Center