

プレート沈み込み開始とマグマ形成場の時空間変化：中新世西南日本を対象として Subduction Initiation and spatial and temporal variation of magma generating condition in the Miocene SW Japan

森里 文哉^{1*}; 小澤 一仁¹MORISATO, Fumitoshi^{1*}; OZAWA, Kazuhito¹¹ 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, Graduate School of Science, University of Tokyo

はじめに

島弧でのマグマ形成メカニズムと沈み込み帯の熱的・化学的構造の関係は二次元断面モデルで議論されてきたが (Spiegelman & McKenzie, 1987; Tatsumi, 1989 など), 東北日本弧では沈み込み帯の三次元構造を考慮する必要性が示された (Tamura et al., 2002; Ueki & Iwamori, 2007 など). さらに, 数値シミュレーションで定常的な沈み込み帯のマントルウェッジに三次元的な局所対流が生じることが示されている (Honda, 2011). 一方, 三次元構造の形成メカニズムについては, 良くわかっていない. この課題解決には, 沈み込み開始期の地質記録からの制約が不可欠であるが, 多くの場合情報は断片的である (海野・石塚, 2010 など).

中新世の西南日本弧では, 四国海盆の沈み込み開始に関連して幅広い時間 (12~18Ma)・空間 (~900km) で火成活動が起きていた (Sumii, 2000; Tatsumi et al., 2001, など). これらの火成活動の推移は二次元モデルによって議論されてきた (Kimura et al., 2005). しかし, 四国西部・四国東部・紀伊半島では約 50km 間隔で火成活動と地殻構造が島弧横断方向に伸長したクラスタ構造を形成しており, マントルの三次元構造を考慮する必要性を示している. 本研究では, Sakuyama et al., (2014) の方法により瀬戸内火山帯のマグマ形成場の時空間変化を推定し, 沈み込み開始直後の三次元的マントルの熱・物質の起源と輸送過程を描き出すことを目的とする.

瀬戸内火山帯では, 天然の安山岩を用いた複数相飽和実験 (Tatsumi & Ishizaka, 1982 など), マントルウェッジと沈み込みスラブの地球化学的特徴 (Shimoda et al., 1998 など), テクトニクス復元によって推定される当時の熱的構造 (Furukawa & Tatsumi, 1999) に基づく議論から, スラブ溶融メルトとマントルカンラン岩の反応で含水量 4wt%以上の初生安山岩質メルトが形成されたと推定されている (Tatsumi et al., 2006). 本研究では上記目的達成のため, 天然情報からの制約でマントル融解条件推定時の仮定をできる限り排除する.

今回我々は四国東部クラスタに焦点をあて, クラスタの中央部 (金山・城山・五色台地域) と西縁部 (七宝山地域) に相当する地域で XRF, LA-ICP-MS による安山岩質溶岩の全岩主成分・微量元素組成分析を行った. 東縁部 (小豆島地域) に関しては Tatsumi et al (2006) によるデータを用いた.

結果・考察

クラスタ中心の安山岩の主要元素組成バリエーションは, 水を最大 2wt% 含む単一の親マグマの結晶分化 (alphaMELTS) と娘マグマ間のマグマ混合で説明できる. 噴出物の含水量 (0.48~1.7wt% : 逸見ほか, 1976) と少量の空隙を考慮すると, 結晶分化過程で大規模な脱ガスは起きていなかったと考えて良い. 噴出物中の斜方輝石の波動累帯構造に記録された初生的なメルト組成から, メルト分離時のマントル組成に制約を課した. 初生マグマ組成を, $\text{SiO}_2=56.8\sim57.1\text{wt}\%$, $\text{MgO}=13.2\sim11.7\text{wt}\%$, $\text{H}_2\text{O}=0.9\sim1.5\text{wt}\%$ と推定した. このマグマは, 深さ約 30km (alphaMELTS), 温度 1240~1200 °C (Sugawara, 2000; Medard & Grove, 2008) でカンラン石および斜方輝石と平衡共存する.

分化指標である SiO_2 含有量に対する微量元素濃度トレンドから, マグマ形成初期はクラスタの全域に共通の島弧的なソース物質が溶融に関与していたが, 後期には HFS 元素や重希土類元素に富む, より肥沃なソース物質がクラスタ中央部での溶融に関与したこと, また, クラスタ中央部と東縁部のソース物質は後期に LIL 元素に富むスラブ由来流体の影響を強く受けたことが明らかになった. ソースマントルを肥沃なレーブルライトとし, 単斜輝石が消失するために 25%程度の部分溶融度を仮定した場合, ポテンシャル温度は 1300~1250 °C, 融解開始深さは 75km と見積もられる.

これらの結果から, 沈み込み開始に伴うマントルの強制対流によって上昇流の局在化が起きることで火成活動のクラスタリングが形成されるモデルを考案した. ソース物質の特徴の時間変化は, スラブの進行に伴ってより深所のマントルが上昇することに加え, スラブ起源物質が上昇流に取り込まれてマグマ形成に関与することで説明できる. 定常的な沈み込み帯の三次元熱構造の起源は, 沈み込み開始初期まで遡る可能性がある.

キーワード: プレート沈み込み開始, 初生マグマ, 西南日本, 瀬戸内火山岩帯, マントルダイナミクス

Keywords: Subduction initiation, Primary magma, Southwest Japan, Setouchi Volcanic Belt, Mantle dynamics