

スラブ流体：前弧では塩水で火山弧下では超臨界流体

Slab-fluids: saline fluids in fore arc regions and supercritical fluids under volcanic arcs

川本 竜彦^{1*}, 熊谷 仁孝¹

Tatsuhiko Kawamoto^{1*}, yoshitaka kumagai¹

¹ 京都大学理地球熱学

¹ Inst Geotherm Sci, Grad School Sci, Kyoto Univ

沈み込むスラブからの流体がさまざまな地質現象を引き起こしている。そのスラブ流体の化学組成を理解することは重要と考える。スラブ流体に塩素が含まれている可能性は、火山ガス、火山岩、変成岩の研究により指摘されてきた。特に、Scambelluri たち (2004, Earth Planet Sci Lett) は沈み込む深さにしたがって塩濃度が低下すると提案する。また、Sumino たち (2010, Earth Planet Sci Lett) は、エクログナイト岩体の希ガスとハロゲン元素の分析により、深さ 100km まで、スラブの堆積岩層中の間隙水が沈み込んで脱水加水作用を起こす可能性を提案する。塩濃度の多い少ないは、水流体への微量成分元素の溶存や、電気伝導度による物理探査に影響を与える。そのため、マントルウェッジ中のスラブ流体の塩濃度を知ることが重要である。

私たちは、芳川雅子博士や小林哲夫博士らと共同で、1991年に噴火したピナツボ火山のマントル捕獲岩中に含まれる水に富む流体包有物の観察を行った。サンプルは角閃石やフログバイトを含むハルツパージャイトで、流体包有物は粗粒なカンラン石に多く存在する。顕微ラマン分光法と、流体包有物を含む結晶の温度を上げ下げするマイクロサーモメトリ法を用いて分析を行った。流体包有物にはマグネサイト(炭酸塩鉱物)とタルク・クリソタイルなどの含水鉱物が含まれ、水に富む流体の塩濃度は平均で 5.1±1 重量% (NaCl equivalent) である。ピナツボ火山は、比較的生成年代の若い南シナ海プレートが、西から沈み込み作るルソン火山弧の火山フロントに位置する。そのため、私たちは、火山フロント直下あるいは前弧域で炭酸ガスに富む塩水がマントルウェッジに存在すると結論する。(Kawamoto ほか、投稿中)

さらに、私たちは、東北日本弧背弧側の一の目瀉火山のマントル捕獲岩(角閃石含有斜長石-スピネルレゾライト)中に含まれる炭酸ガスと水にとむ液体包有物を上記と同じ手法で分析した。流体包有物中の流体の塩濃度は 3.7±0.8 重量% (NaCl equivalent) である。ほかに、ピナツボの流体包有物では存在しなかった S が存在する。一ノ目瀉火山の下には部分融解温度に達しているアセノスフェアが存在するため、この流体はマグマの脱ガスによってマントルリソスフェアを加水した流体であろうと推論する。炭酸ガス?水流体とマグマの間での塩素の分配係数などを考慮すると、マグマ発生時に加わった水流体の塩濃度は 1.1±1.4 重量%と推計する。

同一の火山弧ではないが、火山フロントのピナツボ火山の下の流体よりは、低濃度である。スラブから徐々に脱水していく仮定で、塩素は流体に分配されやすいため、深さとともに徐々に塩濃度は低くなっていると考え。Kawamoto たち (2012, Proc Nat Acad Sci USA) は、火山弧の下のスラブ流体はマグマと水流体の中間の性質を持つ超臨界流体だとしているが、その流体中の塩素濃度は、前弧域でのそれよりも低いと考える。また、一ノ目瀉の流体包有物に S が存在することにも注目する。なぜならば、西南日本弧の前弧で産出する温泉や熱水は NaCl?CO₂ 型と呼ばれるもので、S の濃度は低い。一方、火山フロント近くに産出するものは、S を含むことが特徴である。このことは、前弧では NaCl?CO₂?H₂O 流体がスラブからマントルウェッジ・地殻に来るのに対し、火山弧ではマグマを介して、NaCl?CO₂?H₂O?S 流体が来ることを示すと解釈する可能性はあるが、S がスラブ起源かマントル起源かわからないので、判断できない。

以上述べたように私たちは、スラブ流体が塩水であるらしいと主張するが、その起源が海水であるかどうかはわかっていない。スラブ流体が塩水である場合に、マントルの鉱物との濡れ角は純水と異なるのか? マグマと流体の臨界終端点の温度圧力条件はどうなるのか? など、塩水を含むケイ酸塩の高温高压実験は少なく、まだ確定していない。今後、マントル岩の流体包有物や火山岩中のガラス包有物の分析などとともに、高温高压実験による塩水の挙動についても理解が進み、スラブ流体の沈み込み帯での役割が明確になることを期待する。

キーワード: 沈み込み帯, マグマ, 流体包有物, マントルウェッジ, 脱水分解, 塩素

Keywords: subduction zone, magma, fluid inclusion, mantle wedge, dehydration, chlorine