

海水の相分離を考慮した中央海嶺熱水循環の数値シミュレーション

Numerical simulations of mid-ocean ridge hydrothermal circulation including seawater phase separation

川田 佳史[1], 吉田 茂生[1], 渡邊 誠一郎[1]
yoshifumi kawada[1], Shigeo Yoshida[1], Sei-ichiro Watanabe[1]

[1] 名大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

中央海嶺熱水循環とは、海水が地殻中割れ目を通り下部の熱源を冷却する作用である。熱水循環の循環構造を決める要因として、海水の相分離が重要であると指摘されている。本研究では、相分離が循環構造をどのように変化させるかを数値計算によって明らかにする。本研究では、海嶺軸部近くの熱水循環の流体力学計算を行なった。その結果、中央海嶺熱水循環の新しい描像を得た。熱水の存在する領域は、上部のほぼ海水組成の循環層と下部の密度成層の大きく二つに分かれる。高塩濃度層と循環層の境界付近で、循環の上昇流側では、2相領域が形成される。

中央海嶺熱水循環とは、海水が地殻中割れ目を通り下部の熱源を冷却する作用である。熱水循環は海嶺域の熱輸送を支配しているほか、鉱床形成や生命現象の原因ともなる。これらを規定するのは熱水循環の循環構造である。

熱水循環の循環構造を決める要因として、海水の相分離が重要であると指摘されている。とくに高温の熱源が存在する軸部近くでは重要である。海水の相分離によって、Cl⁻濃度が元の海水より濃い相と薄い相が生じる。その結果、熱水のCl⁻濃度が変化する。実際、海水とは異なるCl⁻濃度の熱水が観測されている。

本研究では、相分離が循環構造をどのように変化させるかを数値計算によって明らかにする。今まで、このように海水の相分離と循環構造のダイナミクスをつなぐ研究はほとんど行なわれていない。また、熱水循環の構造と海底での熱水組成の関係にも注目をした。それは、海底の熱水組成が観測可能な量であり、海底下の循環構造や相分離の情報を含んでいると考えられるからである。

本研究では、海嶺軸部近くの熱水循環の流体力学計算を行なった。海水はNaCl-H₂O 2成分系と仮定した。定常状態における循環構造を求めた。計算結果から、中央海嶺熱水循環に関する以下のような描像を得た。

熱水の存在する領域は、上部の循環層と下部の高塩濃度層の大きく二つに分かれる。下部の高塩濃度層は、塩分濃度が海水より大きく、内部では密度成層を形成している。そのため循環が非常に弱い。上部の循環層では、塩分濃度はほぼ海水と同じで、活発な循環が起こっている。相分離を考慮しなかった場合に比べると、高塩濃度層ができた分だけ循環層の高さが制限され、結果として熱輸送効率は1/3と著しく抑制される。高塩濃度層と循環層の境界付近で、循環の上昇流側では、2相領域が形成される。そこでは密度の異なる2相の相対移動が起こっている。2相領域を通った流体は濃度が変化し、その結果、海底での熱水組成が非一様になる。