

## 海底熱水循環の数値シミュレーション：海水の相分離と循環領域底面の傾斜とが噴出熱水塩濃度に与える影響

Numerical simulations of hydrothermal circulation: the effect of the bottom slope on upwelling water salinity

# 朝倉 彬 [1]; 川田 佳史 [2]; 吉田 茂生 [3]

# Akira Asakura[1]; yoshifumi kawada[2]; Shigeo Yoshida[3]

[1] 名大・環境・地球; [2] 名大・環境・地球; [3] 名大・理・地球惑星

[1] Earth Environmental Sci., Nagoya Univ.; [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.; [3] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ.

### 1. はじめに

海底熱水循環系とは、海水が海底地殻に入り、海底下数 km でマグマの熱によって温められ、再び海底に戻り熱水として噴出する系である。海底熱水系は、主に海嶺拡大軸付近の海底火山に付随する。

噴出する熱水の塩濃度は、海水よりも低い場合と高い場合とがある (Von Damm, 1995 ほか)。海水と異なる塩濃度の熱水が噴出する主要因は、高温・高圧下で生じる海水の相分離であると考えられている。特に注目したいのは、海嶺軸上にある熱水噴出孔で長い期間にわたり海水よりも低い塩濃度の熱水を噴出しているものがあることである。以前の Kawada et al. (2004) のモデルでは、そのような低塩濃度の熱水が長い間噴出し続けることはない。

そこで、本研究では、海水の相分離に循環領域底面の傾斜の効果を加えて、海底熱水循環系の数値シミュレーションを行った。循環の底の形状に傾斜をつけると、高濃度の塩水層が低い方に流れ下ることによって、海底から噴出する流体の塩濃度が薄くなると予想されるからである。

### 2. モデル概要

本研究では、海嶺軸を想定した 2 次元面内で浸透流の数値計算を行った。拡大速度が速い海嶺軸を想定しているため、熱源は水平方向に連続的に存在しているものとする。流体は、NaCl-H<sub>2</sub>O の 2 成分とした。流体が相分離する条件の計算には、45MPa での相図を用いた。計算領域の形状は、縦横比 1:2 の長方形の形状とした。計算領域の上面を海底、下面を循環の底とした。上面は、定圧とし、流体の流入流出を許した。循環の底の温度は、脆性-塑性転移の温度の範囲内にある 800 °C で一定とした。循環の底は、右から左に一定の角度で傾き下るものとした。その傾斜の角度を、0 ° (水平)、1.6 °、2.4 °、4.8 °、7.1 °、9.5 °、14.0 °、18.5 ° の 8 通り設定した。側面は折り返し境界とした。すなわち、流体は側面を通過しないものとした。

### 3. 結果・考察

循環構造と噴出流体の塩濃度のパターンは、循環領域底面が水平なとき、緩い傾斜のとき (1.6 °、2.4 °、4.8 °)、急な傾斜のとき (7.1 °、9.5 °、14.0 °、18.5 °) とで大きく 3 つに分かれた。

循環領域底面が水平なときは、セルが 4 つできて定常状態になる。高塩濃度流体が循環領域底部に溜まり、対流部分とは切り離され停滞層を形成する。噴出する流体の塩濃度は、海水とほとんど変わらない。

循環領域底面が緩い傾斜のときは、セルが 2 つの状態と 3 つの状態とが交互に周期的に現れる。噴出領域は、傾斜の上端と下端の両方にある。底面の傾斜があると、高塩濃度流体が傾斜を下り、傾斜の下側で溜まる。そのため、傾斜上端では、高塩濃度流体が取り去られる。そうすると、噴出する流体の塩濃度は、傾斜の上端側で海水よりも低くなる。傾斜の下端側の塩濃度は、上昇流が高塩濃度水を巻き上げるため海水よりも高くなる。

循環領域底面が急な傾斜のときは、セルが 1 つの状態と 2 つの状態とが交互に周期的に現れる。噴出領域は、傾斜の上端でのみ常に存在する。底面の傾斜が急なため、緩い傾斜のときに比べて底部の高塩濃度流体が上端からさらに取り去られる。そのため、そこで噴出する流体の塩濃度は、常に海水よりもかなり低い。

以上のように、循環領域の底面が高まっているところでは、低塩濃度の熱水が長時間噴出することがわかった。