

# 水曜海山熱水系の循環構造：硬石膏の沈澱を考慮した数値シミュレーションからのアプローチ

## Suiyo hydrothermal system: implications from numerical simulations including precipitation of anhydrite

# 川田 佳史[1]; 吉田 茂生[1]

# yoshifumi kawada[1]; Shigeo Yoshida[1]

[1] 名大・理・地球惑星

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

水曜海山の熱水系は中央海嶺の多くの熱水系とは様々な点で異なっている。たとえば、水曜の熱水のほとんどは、単一の高温のソースからなることが熱水の化学分析で明らかになっている。この点、低温成分に富む中央海嶺の熱水系とは異なっている。また、地殻構造探査によると、浅部地殻は数 m スケールの層状構造をもつことが推定されている。この点も、引っぱりによる単純な地殻構造を持った中央海嶺とは異なっている。

これらを解く鍵は、海底掘削コアで観察された硬石膏(CaSO<sub>4</sub>)などの鉱物の沈澱である。この鉱物の沈澱が、熱水の循環構造に制約を与えていると考えられる。たとえば水曜の高温熱水は、この沈澱のために海水と混合せずに噴出することができる。層状の地殻構造は、このような熱水の循環構造の形成に影響を与えているに違いない。

本研究では、水曜の熱水系でこのような循環構造が発達した原因を流体力学の数値計算で明らかにする。とくに、島弧火山に特有の層状の地殻構造と、硬石膏の沈澱の相互作用に着目して計算を行う。鉱物の沈澱が重要なのは、沈澱が岩石中の空隙を埋めることで循環構造に直接的に影響するからである。一方で、もともとの地殻構造が沈澱の様式を変える可能性もある。鉱物の沈澱はこのように流体運動と密接に関わっているから、流体力学の取り扱いが本質的である。

本研究で着目した硬石膏は、温度が高いほど溶解度が小さくなる鉱物である。硬石膏の沈澱は、海水の加熱によって、あるいはカルシウムイオンに富む熱水と硫酸イオンに富む海水の混合によって起こる。海底の近くで重要なのは後者で、地殻の内部で熱水と海水の混合が起こると、硬石膏の沈澱が盛んに起こる。本研究では、水曜海山の熱水系を念頭に置いて、上部が浸透率が大きく下部が浸透率が低い層状の地殻構造を与えた。島弧火山では下部の熱源が局所的であるため、熱水の流れは、熱源に駆動される山体スケールの循環と、浅部の地殻構造に制約される小スケールの循環となることが力学的に予想される。前者は高温の熱水をつくり出し、後者は低温の海水のみからなる。2つの水が混ざる領域は硬石膏が沈澱する条件を有している。そこで本研究では、これら2種類の水が混ざりあう領域を2次元の流体力学計算で扱う。

計算領域の下部からはカルシウムに富む温度300 Kの熱水が流入し、海底からは硫酸イオンに富む0 Kの海水が流入・流出する。それぞれは単独では硬石膏に未飽和であるが、互いに混合すると硬石膏が沈澱する。熱水が単に冷却するだけでは沈澱しない。本研究では鉱物が沈澱する過程を平衡熱力学を用いて計算した。鉱物の沈澱は空隙率を変化させて、流体運動に影響する。

計算の結果、鉱物の沈澱は、上部層を流れる海水の循環と下部層から流入する熱水の間で生じることが分かった。硬石膏の沈澱は浸透率を局所的に低下させて循環構造を制約する。この結果として、上部層の対流が安定化する。低温の熱水は鉱物層の上側を流れ、高温の熱水は低温の熱水の外側を流れ、2つの循環の水はほとんど混じり合わずに海底から噴出する。

鉱物の沈澱は、時間依存の振る舞いをする。沈澱がない状態では非定常な対流が起こっているが、沈澱が形成するにつれて安定な対流へと移行する。上部層の浸透率を  $4 \times 10^{-12} \text{ m}^2$  とした場合、鉱物の沈澱が起こって流れを安定化させる時間スケールは20年程度となることが分かった。鉱物の沈澱が進むにつれて、上部層の対流が相対的に弱くなって高温の熱水が卓越することが分かった。

硬石膏の沈澱層の下部に高温の熱水が存在する循環のパターン、高温の熱水が海水と混ざることなく長期間安定に噴出すること、高温の熱水が卓越することは、アーキアンパーク計画による海底掘削で明らかになった、水曜海山熱水系の循環構造に近いと考えられる。