

極めて若い伊平屋北熱水域の活動年代： 掘削と孔内・海底熱流量からの推定

○木下正高（東京大学地震研究所），正木裕香（海洋研究開発機構），IODP 第 331 航海研究者

中部沖繩トラフの伊平屋北熱水地帯では、2002 年以來 10 年あまりにわたって、潜水船・調査船・掘削船による熱流量観測や孔内現場温度計測が実施されてきた。その結果、300℃を超える巨大熱水噴出孔群を中心とする 500m 以内では、10 W/m² を超える超高熱流量とそのごく近傍（50m 以内）での 0.1 W/m² 以下の低熱流量が観測された（図 1）。その東側の堆積物で比較的平坦に覆われた斜面では 0.5~1 W/m² のやや高い熱流量が、そしてさらに東側、巨大熱水噴出孔群から 1500m 程度離れた谷部では、0.1 W/m² をはるかに下回る極めて低い熱流量値が得られた。また IODP 掘削の結果、巨大熱水噴出孔群付近では海底下数 m で 20℃超、50m 下で 200℃超の高温が観測された一方、1500m 東側のサイト C0017 では海底下 40m まで海水温度に近い低温場と 60m 以深での最大 80℃の温度場が観測された。C0017 地点では、海底下 40m までの海水供給と、その下の熱水溜まりが共存していると考えられる。

このような熱流量・温度場は過渡的な状態のスナップショットであろうが、ではその「寿命」はどの程度なのか、そして噴出する熱水はもともとどこから供給され、その程度の時間地下に滞留しているだろうか。これらの疑問は、海底熱水鉱床の熟成に必要な、熱水溜まりの空間的サイズのみならず、その「時間的」スケールに関する重要な情報を与えると考えられる。

そこで、上記熱流量データやその他の観測結果を説明するような、地下の熱・水理構造を 2 次元有限要素法により推定した（図 2）。初期条件として、熱水域全体の地下数百 m に 300℃の「熱水溜まり」を与え、適当な熱水理特性を与えてその後の温度場と間隙水流動場を計算した。上記の境界条件を同時に満たすために、海底下に難透水性帯を置き、ところどころに「みずみち」を開けることで、熱水の噴出域・海水の供給域を限定してやる必要がある。その結果、熱水溜まりが地下に置かれた後、30-300 年程度経過すると上記がほぼ実現できることが分かった。伊平屋北熱水域は、その年齢がわずか 100 年程度と極めて若い可能性が示された。なお、今回与えた熱水溜まりの「寿命」は数万年程度であることが合わせて判明したが、これは与えた熱水溜まりの総熱エネルギーによって変わるので値の解釈は慎重になる必要がある（例えば、マグマからの熱供給が持続すれば寿命はもっと伸びる）。

熱水循環の時空スケールについては、今回用いたパッケージ COMSOL に備えられている Particle tracking 機能により明らかになってきた。それによると、噴出する熱水の大部分はそのごく近傍の海底で供給され、直下の熱源で加熱されて噴出する。1500m 離れた C0017 付近に開けられた透水窓からも海水は供給されるものの、そのダルシー速度は極めて遅く、巨大熱水噴出孔群の熱水の供給源としては不十分である。このことは、噴出する熱水中のメタンの大部分が熱水域外の堆積層から供給されているという仮説（Kawagucchi et al., 2011）と必ずしも整合しない。活発な熱水循環とその供給経路については、今後さらに観測・計算を重ねていく必要があるだろう。

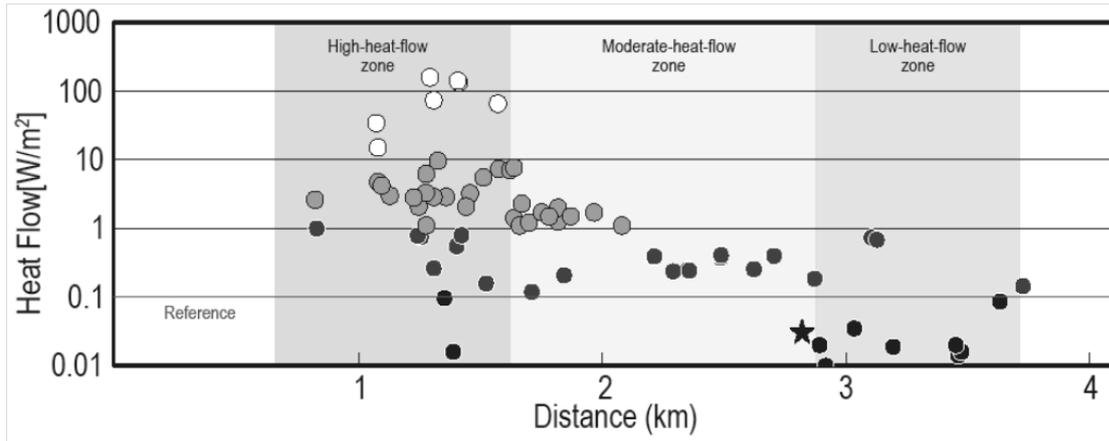


図1 伊平屋北熱水域の熱流量分布（東西断面）。

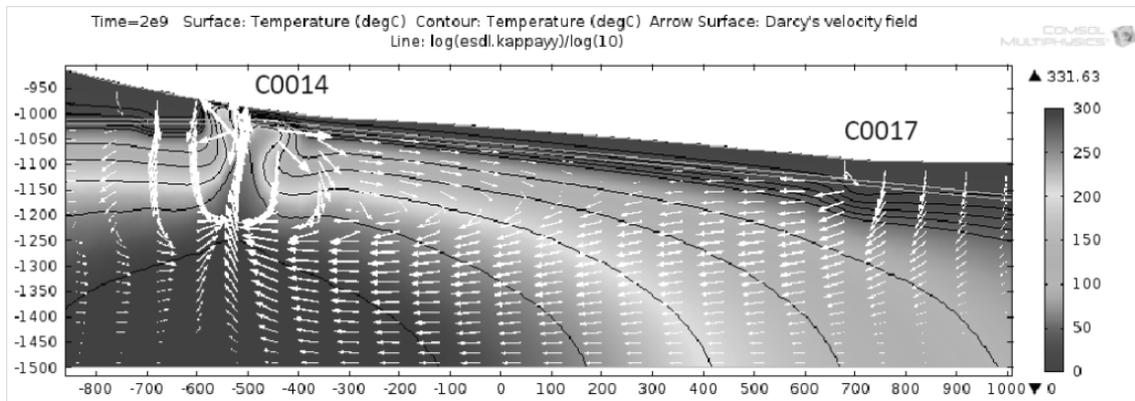


図2 2次元有限要素法による熱水循環計算結果の例。濃淡は温度（℃）、白矢印はダルシー速度ベクトルを示す。