

海底における長期熱流量測定システムの開発と主な成果

Development of long-term heat flow monitoring systems on the sea floor

木下 正高 [1], 後藤 秀作 [2], 山野 誠 [3], Richard P. Von Herzen [4]

Masataka Kinoshita [1], Shusaku Goto [2], Makoto Yamano [3], Richard P. Von Herzen [4]

[1] 東海大海洋, [2] 東海大・海洋, [3] 東大震研, [4] WHOI

[1] Sch. Mar. Sci. Tech., Tokai Univ., [2] Tokai Univ., [3] ERI, Univ. Tokyo, [4] WHOI

<http://masahp.or.u-tokai.ac.jp/Masa.html>

1990年頃以降、著者らにより長期熱流量測定装置の開発が進められ、熱水活動や冷湧水の場所に設置して1年程度の長期観測を行っている。開発したのは、プローブ型（熱伝導；堆積物）、座布団型（熱伝導；基盤）、ケーブル式（熱水湧出）、係留式（ブルーム等）である。これまでに得られた成果は以下の通りである：

- * 海洋・地球潮汐による半日周期の温度変動の存在
- * 上記変動を利用した表層堆積物の熱拡散率の推定
- * 長期観測データの時間平均より地下からの熱流量の導出
- * 間隙流体の移動に伴うイベントの発見
- * 熱水ブルームの放熱量およびその時間変化

海水の温度変動が無視できるような深海底では、熱流量測定は、3m程度の長さの温度プローブを海底に突き刺すことにより行われる。ところが、浅い海では水温変動が無視できないために、温度プロファイルが非線形となってしまうという問題がある。また、海嶺や付加体のように間隙水の流動が存在する場所では、しばしば熱流量が時間とともに変化するが、その影響を取り除く（あるいは見積もる）ことは従来の測定では不可能である。これらの問題の解決のためには、スポット的な測定でなく長期観測を行うことが有効であるが、これまでは技術的な困難さ、あるいは設置のための手段（潜水船など）が得られないなどの理由で実現できなかった。

1990年頃から、東京大学地震研究所と東海大学海洋学部で、長期熱流量測定装置の開発が進められ、これを熱水活動や冷湧水の場所に設置、1年程度の長期観測を行っている。特に1993年から行われている科学技術庁振興調整費による「Ridge Flux計画」では、中央海嶺の熱収支の解明のために各種の装置を開発してきた。

装置は基本的には、(1)プローブ式、(2)座布団型、(3)ケーブル展開型、(4)係留式に分けられる。(1)と(2)は地中からの熱伝導による熱流量を求めるためのものである。(2)の座布団型は、堆積物のない場所で、基盤岩の上に厚さ5cm程度のマットを敷いて、その上下間の温度差から熱流量を決めようというものである。一方(3)と(4)はベントやシマリングにより海中に流出した熱流量を推定するためのものである。

熱水湧出などの場所の局所性のために、設置には潜水船が必要である。データは測定装置本体内部に記録されるが、上記の中には音響的にデータを転送する機能を持ったものもあり、動作確認や準リアルタイムでのデータ取得が可能である。

こうして得られた温度の時間変動データから、次のことが導かれた：

ア) 半日周期の温度変動の存在。これは海洋潮汐、または地球潮汐によるものと考えられる。相模湾西部の水深1200mではこれが顕著であった。

イ) 上記変動は、地中深くなるに連れてその振幅が減少し、位相が遅れる。このことを利用して表層堆積物の熱拡散率の推定を行った。

ウ) 地下からの熱流量は、長期観測データの時間平均をとることにより、高い精度で得られた。

エ) 間隙流体の移動によると思われるイベントの発見。特にTAG熱水マウンドでは、プローブからわずか20mのところで行われた掘削と同時に地中温度の上昇が見られた。

オ) 底層流による熱水ブルームの挙動が判明し、それを用いてブルームの放熱量およびその時間変化を求めた。

長期観測によって海底付近の水温変動の様子が詳細に捕らえられ、これを除去することにより信頼できる熱流量値が得られたのみならず、熱拡散率も正確に推定できることが分かった。一方で、間隙流体の移動をより正確に捕らえるためには、温度だけでなく流速や間隙圧などの長期モニタリングもあわせて行う。