

ハードロック掘削試料の熱伝導率測定手法の比較

○阿部なつ江・林為人（海洋研究開発機構），多田井修（マリンワークジャパン）

はじめに

海底基盤岩（ハードロック）掘削において、船上で常時行われる個別試料の熱伝導率測定について、複数のプローブと手法を行い比較検討した。特に JOIDES Resolution（以下、JR）号における岩石コアで定常的に行われている測定方法と、「ちきゅう」船上における固化堆積物や岩石コアにおける測定手法の比較を行い予察的な結果が得られたので報告したい。

異なる種類、異なる変質程度の岩石試料が持つ固有の熱伝導率を正確に知ることは、地球内部の温度勾配や熱輸送量を見積もる上で重要である。特に海底基盤岩掘削により得られる岩石コアは、地球表層での主な熱輸送媒体である海洋プレートのマグマ活動や更には海底熱水活動によるプレート冷却過程を知る上で重要な試料である。しかし岩石掘削コアの場合、堆積物コアと異なり、Full-space line source (Needle probe; VLQ)をコアに刺して熱伝導率を測定することができない。そのため、半裁した岩石コア試料の表面に Half-space line source を乗せて測定を行う。その際、試料と Probe との密着度が測定誤差に大きく関係する。また半裁コアを使用するため、後述の通り試料の乾燥を防ぐ必要が有る。これらの要素を考慮し、効率良く、より多くの試料の熱伝導率を正確に行うために適切な測定方法を検討する必要が有る。

実験方法

TeKa thermal conductivity Half-space Probe (HLQ,7.5 cm長)、Half-Space mini-Probe (mini-HLQ、4cm長) (以上、TeKa Thermophysical Instruments - Geothermal Investigation, Berlin Germany)、TPS 1500 (Hot Disk, Gothenburg, Sweden)の3種類を用いた。試料はいずれも35%の塩水または海水に3~12時間以上浸すか、真空引きで飽和させた後に測定を開始している。測定中の試料の乾燥を防ぐ方法についても、下記の3通りの手法を試した。

- 1) 塩水に15分以上浸した試料を用い、繰り返し測定のために塩水に浸す（「ちきゅう」測定方法、ただし塩水に3時間以上浸して測定を実施）
 - 2) 塩水で飽和させた試料を透明ラッピングフィルムで包み、その上にプローブを乗せる
 - 3) 海水で飽和させた試料を用い、プローブの下面が浸る程度の海水中で測定を行う（JR 測定方法）
- 実験は、「ちきゅう」船上、高知コア研究所、および JOIDES Resolution（以下、JR 号）船上にて実施した。

結果・考察

主な測定結果を、Table 1 に示す。測定に使用した試料は、高温で変成されたドレライト（IODP Exp. 335 で採取）と、かんらん岩（幌満かんらん岩試料）である。試料の空隙率は非常に低く、1%以下である。またこれらの試料は、マフィック鉱物を多く含み密度も高いことから、もともと2及び5W/m²以上の高い熱伝導率が予想されていた。

乾燥しやすかった（１）の測定方法では、繰り返し測定中に時間経過とともに測定値が下がっている。これは、試料が乾燥してくると、岩石中のクラックが空気で満たされるためと考えられる。また、Mini-HLQ は、海水中に浸した状態での測定では測定値が大きく変動し、安定した測定値が得にくい。これは、Heating Power（出力）の大きさに比べて、海水による冷却の影響が大きいと考えられる。7.5cm 長の Half-space probe は、最も安定した値が得られ、かつ海水（または塩水）中に浸した状態での測定に向いている。

結論

第一に、測定試料の選定が重要であることが重要である。測定に十分耐える大きさの試料（コアのピース）は、長さ 10cm 以上、かつクーラーボックスなどの容器に収まる長さ（<25cm）で、また直径 5cm 以上の半円柱形を保ったものが理想的である。一方、そのような大きさの試料が得られない場合、Hot-disk を用いて測定することもできる。しかし、Hot-disk は繊細なセンサーであるため、船上における複数の研究者による大量の試料の測定には適さない可能性が高い。カッティングスを用いて熱伝導率を測定する可能性を考慮し、今後小さな試料でも正確な測定を行う手法を開発する必要がある。

測定中の試料の乾燥を防ぐことができれば、海水に浸した状態で測定する必要はないかもしれない。大量の試料を測定する場合にどの方法が効率的か、実際の試料を用いて実験を行い、さらに検討を重ねたい。

Table 1 Major results of the Thermal Conductivity measurements on hard rock samples

	Horoman Peridotite (Lherzolite)		Granoblastic Dike Sample 335-1256D-RCJB12-C	
bulk density	3.3 g/cm ³		3.05 g/cm ³	
Porosity	0.16 (%)		0.41 (%)	
Thermal Conductivity (W/m ²)				
<i>D/V JOIDES</i>				
12 hrs Seawater saturation and bath		HP		N
TeKa 04	HLQ	8	5.044~5.098	6 2.218~2.303
TeKa 04	mini-HLQ	4	5.849~6.156	6 -
<i>D/V Chikyu</i>				
3 hrs or more in salt water				
TeKa 04	mini-HLQ	1.6	-	2.274~2.326 6
<i>KCC</i>				
24 hrs salt water saturation and wrapping				
Hot-disk (φ17 mm)			4.916~5.581	10 2.106~2.166 7

HP, Heating Power; N, number of measurements