

ボアホール精密温度測定によって検出した車籠埔断層近傍の温度異常
Heat anomaly on the Chelungpu fault detected by precise temperature measurement

○伊藤久男・加納靖之・Jim Mori・藤尾良・柳谷俊・
中尾節郎・松林修・西村和浩・當眞正智
○H. Ito, Y. Kano, J. Mori, R. Fujio, T. Yanagidani,
S. Nakao, O. Matsubayashi, K. Nishimura, M. Toma

We have made one of the first observations of a heat signature that is associated with frictional heat generated at the time of faulting for a large earthquake. Temperature measurements in a borehole that intersects the Chelungpu fault at a depth of about 1100m, shows a small temperature increase across the fault even 6 years after the earthquake that is interpreted to be associated with the 1999 Chi-Chi, Taiwan earthquake. The observed temperature profile indicates a very low level of friction that generated heat on the fault at the time of the earthquake.

地震時の断層のすべりによって生じる摩擦熱（エネルギー）をはかることは、地震にともなうエネルギーに関する新たな地震学的知見をもたらす。摩擦エネルギーの量は、従来の地震波形の解析からは求まらないからである。地震時に生じた摩擦熱をはかるには、地震後も断層周辺に残る温度異常を測定すればよいと考えられるが、これまで自然の大地震について実際に温度異常が測定されたことはなかった。

このような温度異常は非常に小さい（大きくても 0.01°C のオーダー）と予測された。このような小さな温度変化を精密に測定するために、新たに 2 種類の温度計を開発した。ひとつは水晶振動子を利用した温度計（以下、水晶温度計）、もうひとつは白金測温抵抗体を利用した温度計（以下、白金温度計）である。水晶温度計はステンレス・ケースに入っており、周囲の温度に安定するまでの時定数が数時間であるが、ケース内のメモリに記録するので、深度を変えながらの連続観測に向いている。白金温度計の素子はごく薄いプラスチック被覆のみであり、時定数はほぼ 0 であるが、ケーブル式のため深度を変えながらの連続測定はできない。

台湾車籠埔断層掘削計画（TCDP, Taiwan Chelungpu Drilling Project）によって、集集地震（1999年9月21日, Mw7.6）をひきおこした車籠埔断層を貫く2本のボアホールが掘削された。そのうちの1本のボアホールでは、ボーリング・

コアの解析から深度 1100 m 付近で断層を貫いていることが分かっている。このボアホールを利用し、2種類の温度計を断層沿いに設置した（2005年3月～9月）。また9月には、断層帯周辺で測定深度を変えながら温度測定を行なった。

2005年3月～9月の測定では、白金温度計を5深度（1097 m, 1107m, 1112 m, 1114 m, 1119 m）、白金温度計を2深度（1124 m, 1127 m）に設置した。それぞれの温度計において 0.01°C オーダーの変化がみられた。これは、ボーリング掘削に伴う泥水循環によって平均化された孔内の温度分布が、周囲の岩盤の温度分布に一致していく過程であったと考えられる。

2005年9月の測定では、900 m から 1200 m の深度範囲で、水晶温度計を低速で上下させ（下降時 1.0 m/分 、上昇時 0.4 m/分 ）、連続した温度プロファイルを得た。この連続測定により、1100 m 付近に正の温度異常が見つかった。しかし、この温度異常の大きさは、ボーリング・コアによる熱物性の結果から推定されるバックグラウンドの温度分布と同程度であった。そこで、バックグラウンドの温度分布を考慮して、1次元の熱伝導モデルから地震時に発生した摩擦熱の upper limit を求めた。ここで求めた熱量から、せん断応力は最大でも 1.7 MPa と推定される