

ボアホールの水位と地下水を用いた地震予知

A trial for earthquake prediction by precise monitoring of water level and deep water temperature

南須原 美恵 [1]; 大槻 憲四郎 [2]; 山内 常生 [3]

Yoshie Nasuhara[1]; Kenshiro Otsuki[2]; tsuneo yamauchi[3]

[1] 東北大・理・地学; [2] 東北大・理・地学; [3] 名大・環境・地震火山・防災研究センター

[1] Geo-environmental Science, Tohoku Univ.; [2] Earth Sci., Tohoku Univ.; [3] RCSVDM

迫り来る宮城県沖地震を予知するため、2004年6月以降仙台市内で地下水の精密な温度測定を開始した。山内式水晶温度計(分解能は0.0002)を用いていて、測定間隔は一分である。測定に利用したボアホールは孔底深度が1200mで、地下825m付近で活断層の破碎帯を貫いている。破碎帯は歪集中帯であり、pre-seismicな地殻変動に関するシグナルを増幅する天然のセンサーであるとの考えから、断層破碎帯付近に温度計を設置した。以下に結果の概要を示す。

1. ボアホール中の水の自然対流による特徴的な温度変化がみられる
2. 温度計の設置深度によって、温度変化の振幅が異なる
3. ノイズレベルは約0.0005である。
4. 潮汐による地殻歪の変化($\sim 2 \times 10^{-8}$)に同調した温度変化は約0.001である。
5. 3と4より、我々の観測システムは 1×10^{-8} の歪変化をとらえることができる。地殻変動解析支援プログラムMICAP-G(Okada, 1992; 内藤・吉川, 1999)での計算によれば、この歪は宮城県沖でのM6の地震に相当する。
6. 2005年8月16日の宮城県沖地震(M7.2)の最大余震(2005年12月2日、M6.6)の前兆現象とみなすことができる温度変化を捉えることに成功した。

上記2に述べたことは、地殻歪による温度変化の観測にとって最適な深度があることを示唆する。そこで、温度計の設置深度を5mずつ変化させて温度の変化を比較した。その際、水の自然対流の影響を軽減するため、センサーの上下2.5mにスポンジの対流止めを取り付けた。深度830mの温度変化は特異で、その上下での温度変化と比較すると、振動周期が非常に細かく、振幅は3倍にも及ぶ。このことは、深度830mが破碎帯の直近で、水の移動が最も激しいためであると解釈される。そこで、その後の温度測定は、深度830mで行うこととした。

地震に関連する地殻変動以外の温度変化の要因を探るため、同ボアホール内に水位計(分解能1mm)を新たに設置し、10分毎にデータを採取した。その結果、潮汐力に明瞭に対応した振幅約25mmの振動、気圧変化に対応する変動(4mm/hPa)、および降水による変動(3mm/mm/dayで、time lagは約半日)が認められた。潮汐力に対応する温度変化は、潮汐力による水位変化でほぼ説明できる。他方、気圧変化が50hPa程度であってさえ、その影響は温度変化に認められない。また、降水量に伴う温度変化も認められない。

以上のことから、

深度830m付近での温度変化は気圧と降水量の影響を受けず、他の原因で変動していると言える。

潮汐に伴って水位と温度が変化するのは、潮汐力そのものの変化によって水位が(そして温度も)変化する場合、および地殻が歪むことによって水位(そして温度も)が変化する場合とがある。しかし、温度は気圧変化に影響されない上、温度変化の位相は潮汐よりも約3時間遅れている。これらのことは、温度変化が潮汐力そのものの変化ではなく、それに伴う地殻歪のみによって影響されていることを示している。