

6 - 1 鳥取県三朝温泉における地下水温連続観測

Continuous Observation of Groundwater Temperature at the Misasa Hot Spring, Tottori Prefecture

京都大学防災研究所 佃 為成

Tameshige Tsukuda

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

地殻の歪変化は深層地下水の圧力分布の変化をもたらす地下水流動を生じ、逆に何らかの原因で地下水の流動が生じれば、その圧力変化が地殻歪変化をもたらすことになる。地下水の圧力や地殻歪の変化が地震を発生させるトリガーになる可能性が大いに考えられるので深層地下水の挙動を連続的に監視しておくことは有意義なことである。地下水の流動に伴う温度変化を検出し直下の地震、とくに微小地震の活動との相互関係を調べる実験を鳥取県東伯郡三朝町の休止源泉（町有7号泉）を利用して行なっている。

三朝をモデル地区に選んだ理由は、温泉があり、かつ直下の微小地震が時々発生することである。また、周囲の地震活動の様子から、1980年秋ごろ三朝地方が7年ぶりの活動のピークを迎えるものと事前に予測され、そのことも選定の理由となった。もっとも、実際の活動は予想した規模より小さく、M2.4の地震を筆頭にM2以上は4回だけであった。

水温計は、センサに水晶振動子を用い、その振動数の変化を、規準水晶の振動数をものさしとして測り、結果をデジタルプリンタに打ち出す方式である¹⁾。センサは井戸の底部、地下350mに設置した。記録計は、地上に小屋を建てその中に電源用バッテリーとともに収めてある。ほぼ1時間の平均温度を記録することとし、この場合、連続で約200日の記録をとることができる。観測は'80年9月1日にはじめた。

'81年5月13日までの記録が解析済みであるが、その結果を要約すると次のようになる（第2図）。

- (1) 坑底（地下350m）における水温はだいたい76°Cである。温度変化の長期トレンドとしては、1ヶ月に0.2°Cぐらいの割合で下降している。
- (2) 降雨のあと温度の急上昇がある。1日に70mmの雨があると、直後から3日ぐらいの間に0.15°Cほど温度が上がる。変化量は雨量にほぼ比例する。この降雨による温度変化のメカニズムについては、雨が浅層地下水へ流れ込み、不透水層を通して深層地下水に圧力をかけ、温泉水の上昇を促進することが第一に考えられる。(1)についても、浅層地下水量の減少によって圧力低下が生じ、温度を少しずつ下げて行くのではないかと思われる。
- (3) 微小地震活動は三朝温泉を中心に10Km四方に及んでいるが、地震は4つのクラスター

に収まる（第1図）。'80年10月の温度変動時の前後に地震が集中している。とくに、温泉直下（深さ6Km）のクラスターの活動は温度急上昇開始の7日後から始った。'81年4月にも、このクラスターの地震があり、やはり温度上昇から6日後にあたる。降雨によって惹起された地下水の圧力変動が、地殻深部から破碎帯の割れ目を通して上昇してくる温泉水（熱水）の流れに影響を与え、破碎帯内の応力変化が生じ、地震をトリガーするのではないかと思われるが、これだけのデータでは結論は出せない。しかし降雨のトリガーによる地震発生についての統計研究²⁾を一歩進めて、地下水の挙動の立場からトリガーのメカニズムを解明するための基礎資料を提供している。

(4) 地球潮汐の効果と思われる1日周期及び半日周期の変動の振幅は 0.03°C peak to peakである。潮汐力によって地殻の水平方向には圧縮と膨脹が時間的に交互に生じるが、それによって割れ目が押しつぶされたり、押しひろげられたりして温泉水が上昇する流れをわずかながら制御することになる。

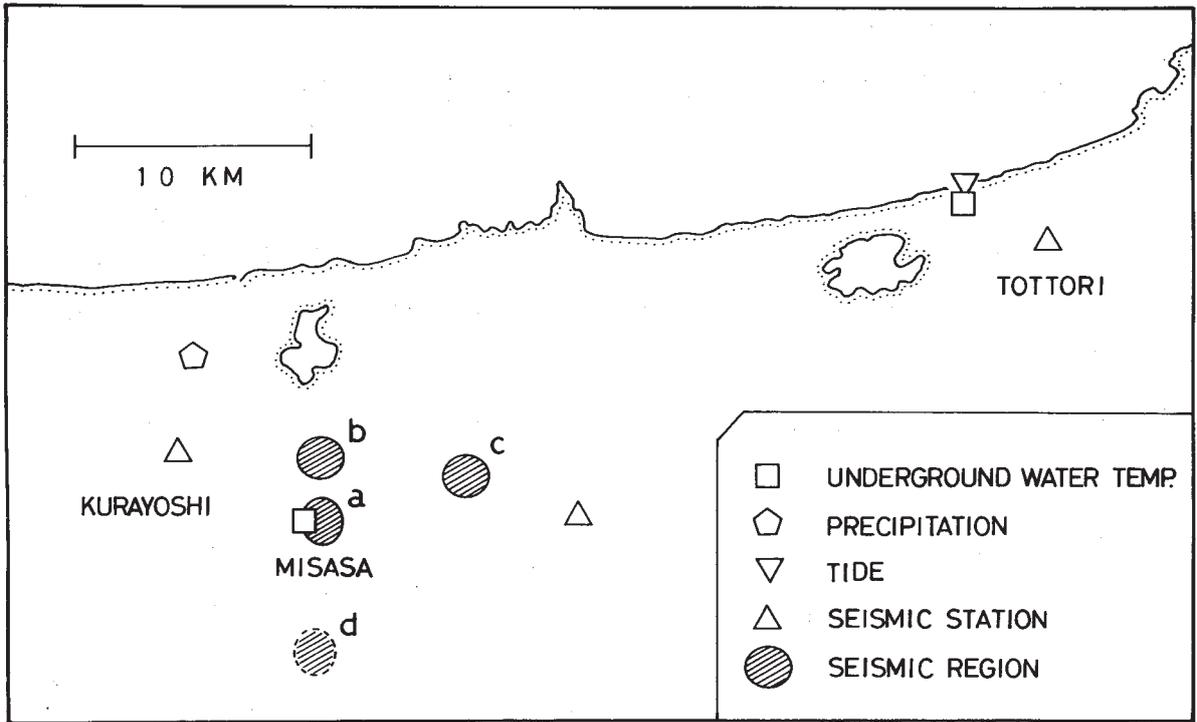
(5) 水温の気圧依存性は20mbの変動に対しせいぜい 0.03°C 以下である。

第2図において、'81年1月と2月のデータが欠けているが、この時期は気温の低下が著しく電子回路が正常に動作しないことが多かったためほとんど欠測状態であった。グラフに現われている温度変化の中にはまだ説明がつかないものもあり、人工的なノイズも含めて現在調査中である。

なお、同じような温度測定を鳥取市賀露の旧鳥取市水源地でも行なっている（第1図）。ここは坑底まで95mである。鳥取大学の水位計も設置されている。水位変動はかなり激しいにもかかわらず地下水温（約 19.5°C ）はほとんど変化なく、'80年8月14日以来9ヶ月の間に単調に 0.05°C ほど上昇したにすぎない。温泉の性質とはまるで異なり非常に興味深い。

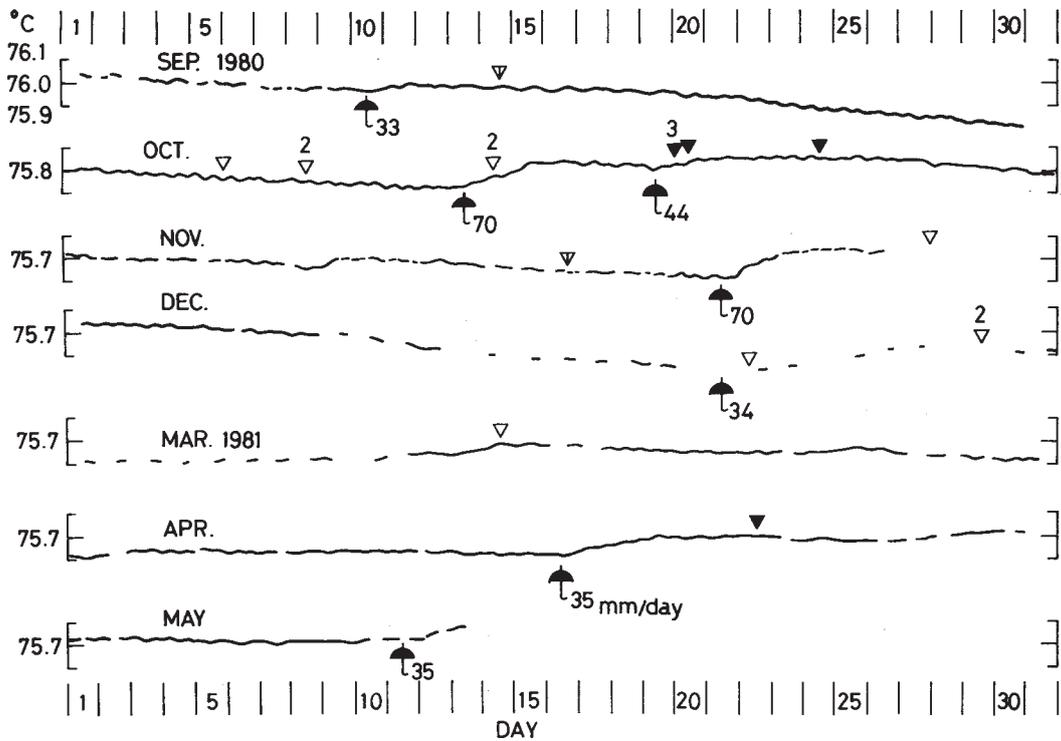
参 考 文 献

- 1) Shimamura, H. : Precision quartz thermometers for borehole observations, J. Phys. Earth, **28** (1980), 243 - 260.
- 2) 尾池和夫：降雨と地震発生との関係について，京大防災研年報，第20号B（1977），35 - 45.



第1図 三朝付近の地震の巣及び諸観測点の配置図

Fig.1 Seismic region near Misasa together with observation stations. Focal depths range from 6 km to 10 km.



第2図 三朝における地下水温（1980年9月1日～1981年5月13日）

Fig.2 Groundwater temperature at Misasa. The numerals attached to the umbrella marks mean the precipitation per day. The marks \blacktriangledown , ∇ , and \triangledown show occurrence of microearthquakes corresponding to the seismic region (a), (b), and (c) in Fig. 1, respectively. When more than one event are registered at almost the same time, the number of events is attached to those marks.