

## 兵庫県南部地震に伴う地下深部からの熱水上昇

## Upwelling of deep hot groundwater associated with the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake

# 佃 為成[1]

# Tameshige Tsukuda[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. Tokyo

兵庫県猪名川町の花崗岩帯に掘削した深さ30mの自噴井において、1995年1月17日の兵庫県南部地震時に白濁した水があふれ、3-4度C上昇した。2月11日から計器観測を行っているが、2-3年間におよぶ地震の余効期間を経て、6年以上の観測を継続した今日、ほぼ定常状態が観測されている。地震後約2年間で0.6ほどの低下を記録した。指数関数式で近似して時定数は約1年であった。

長期観測によって地震直後の昇温があったことが確実にされた。これは深部熱水の上昇によると考えるのが自然である。長期的な温度低下は、熱をもった地下水の拡散現象として理解できる。

地下水温や地表温度の上昇が浅層地下水の下部に存在する深部の高温高压地下水や間隙水の上昇によるのではないかということを示唆する以下のようなデータがある。

1) 新潟地域において、Xu and Oki(1998)は消雪用井戸の水温の分布を調査し、活断層などの破碎帯付近に高温帯が形成されていることを見いだした。

2) 同じ地域で、後藤・柳(1998)は、人工衛星LANDSATの赤外線画像の解析から新発田・小出構造線や月岡断層の沿ったリニアメントをなす高温帯を見いだした。これは消雪用井戸による高温域の一部に対応している。しかし、定常的に存在するのではなく、地表温度パターンは時間的に変化しているらしい。月岡断層付近の高温域リニアメント確認の時点以降、近接地域において、群発地震とM5.5の被害地震が発生している。これは地殻活動を反映したカーテンのような熱水上昇があったことを示唆している。

以上の現象と同じような熱水上昇ではないかと考えられる、地震に伴った地下水温異常について報告する。兵庫県南部の震央(明石海峡)から北東へ約40kmの兵庫県猪名川町の花崗岩帯に掘削した深さ30mの自噴井では、通常の水温は14-15度Cであるが、所有者の証言によると1995年1月17日の兵庫県南部地震時に水が白濁し、その地下水が注がれていた池からあふれ、寒暖計の測定を試みたところ18度Cに上昇していたということであった。同年2月11日から計器観測を行っているが、2-3年間におよぶ地震の余効期間を経て、6年以上の観測を継続した今日、ほぼ定常状態が観測されている。連続測定開始時点(2月11日)では、水温は15度C程度であった。その後、約2年間で徐々に0.6ほどの低下を記録した。

これまでの観測で明らかになったことは、以下のようなものである。

1) 地震後、水温の下降が継続した。指数関数式で近似して、時定数は約1年。この式を当てはめると地震直後は14.8度Cで、18度という高温は得られない。

2) 地震のほぼ3年後には、定常状態になった。

3) 定常状態時において、1/100度のレベルでは半年ぐらいはほぼ一定な期間があるが、ステップ状に変動することがある。サイン波的な季節変化は見いだせない。

さらに、以下のことが推察される。

1) 地震直後には、水温の上昇があった。ただ、18度の高温であったかどうかは断定できない。

2) その高温が事実とすれば、その減衰は極めて速かった。観測で明らかになった長期の減衰とは異質のものである。

昇温の熱源は以下のことが考えられる。

1) 地震の震動による岩盤内の亀裂などでの摩擦熱。

2) 深部熱水。

上記1)は、地震直後の昇温の説明には有効かもしれない。ただ、岩石の熱伝導を考慮すると、熱源が非常に浅くなければ地震直後の昇温は不可能である。また、強震動があった広範な地域で昇温現象が見いだされるはずであるが、他に報告がないので、積極的にこの説を支持することはできない。これに対して2)の熱源の考えは自然である。長期的な温度低下は、熱をもった地下水の拡散現象として理解できる。地震前から熱水上昇があった可能性もあるが、手持ちのデータだけではその推定は不可能である。

なお、この地下水温は、2000年10月6日鳥取県西部地震直後から、定常状態から下降傾向に変わった(-0.0012度/日)。この場合は熱水の遮断が起きた可能性がある。定常状態時でも微量な熱水の定常的な上昇が存在するのか

もしれない.