

3 - 15 地質調査所筑波観測井におけるコサイスマミックな水位・水温変動 (1983年)

Coseismic Changes in Groundwater Levels and Groundwater Temperature at the Observation Wells of GSJ in Tsukuba, Ibaraki Prefecture (1983)

地質調査所
Geological Survey of Japan

1) 1983年に観測されたコサイスマミックな水位変動と震央分布

茨城県筑波研究学園都市の地質調査所構内に設置している3本の観測井（深さ62 m, 150 m, 300 m）において、1983年1月から12月までに前報（地質調査所, 1983）と同様なコサイスマミックな水位変動が、第1表に示す通り6回観測された。このうち、10 mm以上の変動を示したものは、アスタリスクをもって表示した。

1983年には、コサイスマミックな水位変動を発生させた地震の数は少なかったが、規模の大きな地震によって、10 mm以上のコサイスマミックな水位変動が生じた例が多い。

6個の地震の震央分布は第1図に示した。

2) コサイスマミックな水温変動

第1表のうち、No.1の地震の際に、震央から北方向に約17 km離れた地点に位置するこれら3本の観測井のなかで、第2図に示す通り、300 m井の水温にコサイスマミックな低下現象を観測した。

62 m井の水温は、地震の発生にかかわらずほぼ一定であった。これに対し、300 m井の深度255 mにセンサをセットしたサーミスタ温度計の記録では、コサイスマミックに0.16°Cの温度低下を観測した。しかも、この低下は急激に起こったのではなく、約24時間経過する間に、指数関数的に低下したことが特徴的である。また300 m井の深度240 mの位置には、同様に白金抵抗体温度計のセンサがセットされているが、これも約0.1°Cのコサイスマミックな温度低下を記録した。

一般に、水温低下現象は、放熱または、冷却のいずれかの作用によって生じるが、観測されたコサイスマミックな温度低下は、放熱作用によるとは考えにくい。結局、それは冷却によって生じた現象と考えられ、より低温の水塊の混入を想定する必要がある。通常の水井戸の場合、水温は深度が増すにつれ一方的に上昇する。したがって、水温低下現象が生じたことは、それぞれのセンサ設定位置より上部に帯水する低温水塊の混入が実際に存在したことを意味する。

3) コサイスミックな水位・水温変動に対する水文学的考察

1980年10月27日にサーミスタ温度計を用いて実施した300m井の温度検層によると、深度235m, 240mおよび255mの水温は、それぞれ20.58℃, 20.71℃, および20.88℃であった。水温には若干の季節変動が見られるが、1983年2月27日の地震発生直前の深度255mにおける水温は、第2図に示されるように約20.83℃で温度検層実施時より0.05℃低かった。このことから、地震発生直前の深度235mおよび240mの水温も0.05℃の低下があったものと見なし、それぞれ20.53℃および20.66℃と推定した。深度240mにおけるコサイスミックな水温低下は、前述したように約0.1℃であったから、20.66℃から20.56℃へと変化したと考えられる。

300m井の深度212～232mは下部が砂層と灰色の粘土層からなる互層で、比抵抗値は20Ω-m内外の難透水層となっている（田口, 1981）ことから判断して、深度232m以浅の地下水が井戸内に流入することはまず考える必要はないと思われる。したがって、最上部のストレーナからは、深度232m以深の地下水の流入のみを考慮すればよいことになる。

地震の振動によって、帯水層間の水頭バランスが崩れ、ストレーナ間を流出入する何らかの地下水流動があったことは、コサイスミックな水位低下（200mmの口径をもつ300m井では7mmで、水量にすれば約0.2ℓの相対的減少）から推察される。さらに、深度240mおよび255mにおける水温低下現象から考えれば、最上部ストレーナから低温の地下水が徐々に侵入し、中間または最下部のストレーナから井戸の外へ約1日かかって継続的に流出し、相対的には0.2ℓの水位低下を惹き起こしたと仮定すれば、一連のコサイスミックな水文異常現象を、それほど無理なく説明できそうである（第3図）。

深度232m以深で、もっとも低い既知の水温は、深度235mにおける20.53℃である。そこで、深度235mの位置に存在する20.53℃の地下水のみが、最上部ストレーナから井戸に流入したと仮定し、しかも対流など一切の熱交換を考慮に入れなきわめて単純な熱収支計算を試みる。その結果、深度240mの水温20.66℃を20.56℃に低下させるには、深度235mの水温20.53℃の地下水76.9%、深度255mの水温20.83℃を20.67℃に低下させるには、53.3%それぞれ混入すれば計算上可能である。対流など熱交換による効果は、大きく見積もっても 1×10^{-2} ℃オーダー程度であると考えられるので、たとえその効果を計算に入れたとしても、ここで試算された混合率に大きな相違が生じることはあるまい。（田口雄作）

参 考 文 献

- 1) 田口雄作（1981）：筑波研究学園都市の深井戸における水位および水温の年変化について、水温の研究, 25(4), 14 - 23.

2) 地質調査所：筑波観測井におけるコサイスマミックな水位変動と震央分布, 連絡会報, 30 (1983), 103 - 107

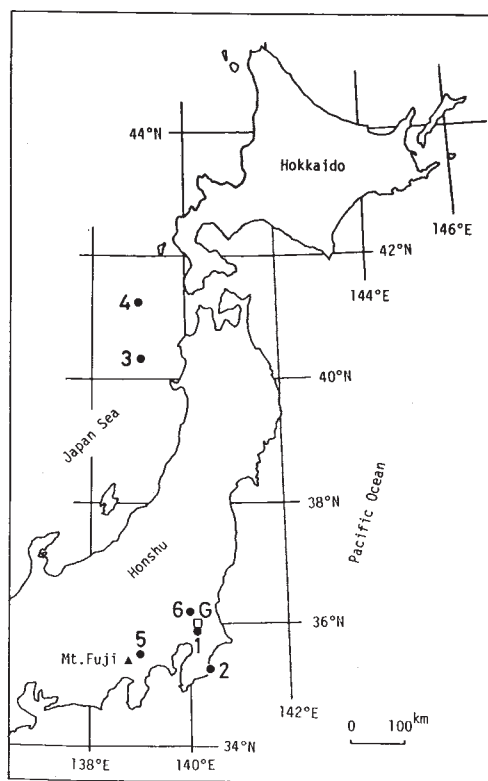
3) 田口雄作 (1984): 複数のストレナを有する井戸は観測井として不適當か? 「ちかすい」 日本地下水学会, 275 - 281.

第1表 コサイスマミックな水位変動が生じた地震リスト (1983年)

Table 1 List of earthquakes by which groundwater level of the observation wells of GSJ in Tsukuba was coseismically changed more than 1 mm of accuracy of measurement (1983).

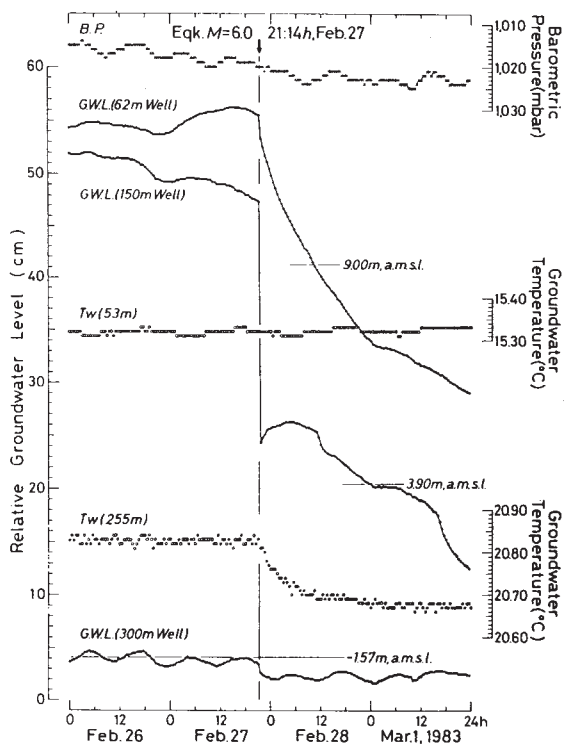
No.	Origin Time#		Lat.	Epicenter		Location	M	Well No.		
	Date	Time		Long. (km)				1	2	3
1	Feb.27	21:14	35°56'N	140°09'E	72	SOUTHERN KANTO	6.0	*	*	@
2	May 21	19:46	35 17	140 24	49	SE COAST OF KANTO	5.0	@	@	X
3	May 26	12:00	40 21	139 04	14	W OFF N TOHOKU	7.7	*	*	*
4	Jun.21	15:25	41 15	139 00	6	W OFF N TOHOKU	7.1	@	X	*
5	Aug. 8	12:47	35 31	139 01	22	KANTO-CHUBU BORDER	6.0	@	*	X
6	Oct.28	10:50	36 12	140 01	60	NORTHERN KANTO	5.1	@	*	X

Note: *;changed more than 10 mm, @;changed less than 10 mm, X;not changed, Well No.1; 62m in depth, 2;150m in depth, 3;300m in depth, #;Japan Standard Time
(Data source of earthquakes: Japan Meteorological Agency)



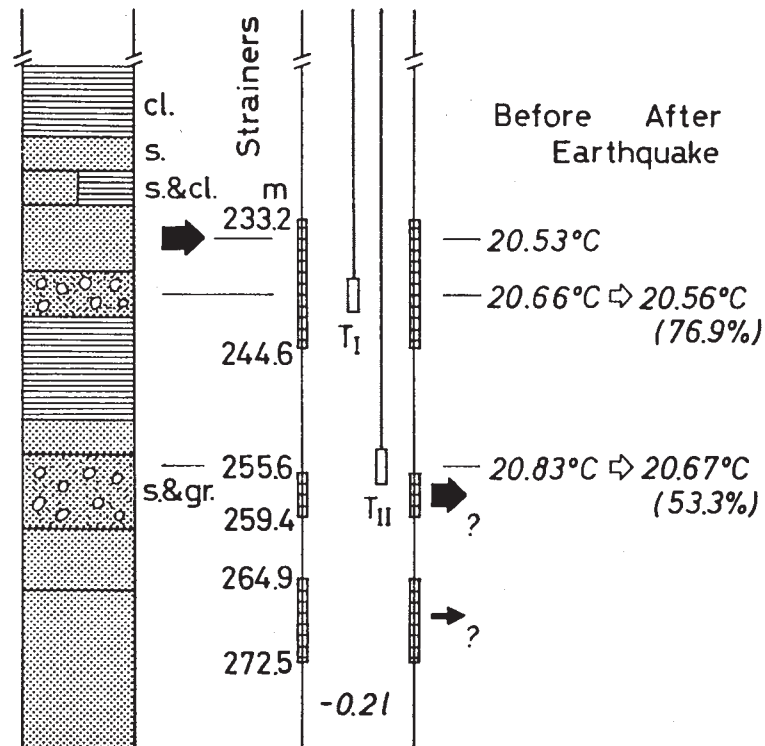
第 1 図 震央分布および観測井 (G) 位置図

Fig. 1 Distribution of epicenters and the observation wells (G) of GSJ in Tsukuba.



第 2 図 1983 年 2 月 27 日 21 時 14 分の地震 (M = 6.0) 前後の水位・水温の記録

Fig. 2 Coseismic changes in groundwater levels and groundwater temperature at the observation wells of GSJ in Tsukuba by the earthquake No. 1 listed in Table 1.



第3図 300 m井の地質柱状図，ストレーナの位置，および地震前後の水温変化と推定される地下水の流動経路（T_I：白金抵抗温度計，T_{II}：サーミスタ温度計）

Fig. 3 Geologic columnar section, distribution of strainers, and estimated groundwater temperature change and direction of groundwater flow before and after the earthquake at the 300 m-observation-well of GSJ in Tsukuba. (T_I: Platinum resistor, T_{II}: Thermistor)