

## P22)

### SN-1/SN-3 号孔における地下水位地震応答の歪地震動トリガレベル - 続報 -

浅井康広 (東濃地震科学研究所)

#### 1. はじめに

賤洞(しずぼら)地殻活動総合観測点 SN-1 号孔および SN-3 では、駿河湾の地震(2009 年 8 月 11 日;  $M_j$ 6.5; 震央距離約 110km)を始め、繰り返し地下水位地震応答(以下、地震応答と略)が観測されている。地震応答の例として図 1 に 2008 年 5 月 8 日の茨城県沖地震( $M_w$ 6.8; 震央距離約 400km)と中国四川省の地震( $M_w$ 7.9; 震央距離約 3200km)の記録を示す。SN-3 号孔は地震発生約 1 日後までの急激な水位低下とその後の回復、SN-1 号孔は地震発生数日後までのゆっくりとした水位低下とその後の回復が特徴である。

浅井(2009,第31回研究発表会13)では、

両孔近傍に位置する 97FT-01 号孔(167m 深)の石井式ポアホール歪計記録の解析結果より、面積歪の peak-to-peak 振幅で  $1 \times 10^{-7} \sim 4 \times 10^{-7}$  strain、最大せん断歪で  $2 \times 10^{-7} \sim 5 \times 10^{-7}$  strain の範囲を閾値として、閾値以上の歪地震動が観測された場合に両孔で地震応答が観測されることを報告した。今回はこれまでに観測されている全地震応答記録(SN-3:7例、SN-1:6例)と歪地震動記録の比較解析を行うとともに、歪地震動が観測されているが地震応答が見られない地震についての解析結果を 5 例示し、前回に示した地震応答の歪地震動トリガレベルの予備的検証を行った。講演では更に観測事例を増やした解析結果報告する。

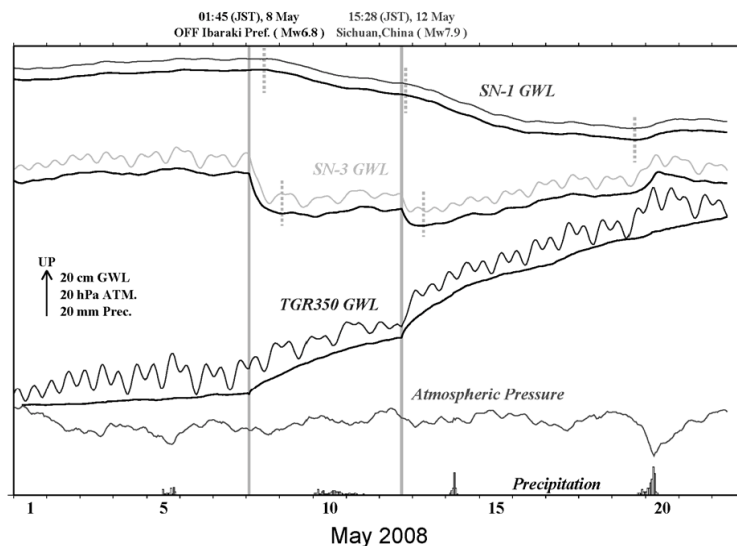


図 1.上から SN-1 号孔の水位(SN-1 GWL)と SN-3 号孔の水位(SN-3 GWL)と戸狩観測点 350m 孔水位 TGR350 GWL) の水位記録、SN-3 号孔気圧記録(Atmospheric Pressure)、および、賤洞観測点から南西約 1 km に位置する正馬様観測点での雨量(Precipitation; 1 時間積算値)。SN-1GWL と SN-3GWL の時系列上にある縦破線は地震動に伴う地下水位低下の始まり(SN-1 左線と中央線)、および、地下水位低下の終わり(SN-3 左線と中央線; SN-1 右線)を示す。水位記録は薄線で原記録を、濃線で潮汐応答と気圧応答を除去したトレンド成分を併せて図示している(浅井・他, 2009)。

## 2. 地震応答と歪地震動振幅の比較

2006年6月の水位および歪の連続観測開始以来、SN-1号孔では6例、SN-3号孔では7例の地震応答が観測されている。表1にSN-1号孔およびSN-3号孔で地震応答が観測された地震（で表記）と、97FT-01号孔の石井式ポアホール歪計で歪地震動が観測されているが地震応答は観測されていない地震5例について観測された歪地震動の振幅をまとめた。歪地震動記録について概ね、最大せん断歪の peak-to-peak の振幅  $2.705 \times 10^{-7} \sim 3.650 \times 10^{-7}$  strain の間、同じく面積歪では  $1.125 \times 10^{-7} \sim 1.500 \times 10^{-7}$  strain の間に閾値が存在し、この閾値以上の歪地震動が97FT-01号孔で観測された場合にSN-3号孔において地震応答が観測されている。この範囲は前回の研究発表会（13）で述べた範囲（最大せん断歪  $2 \times 10^{-7} \sim 5 \times 10^{-7}$  strain; 面積歪  $1 \times 10^{-7} \sim 4 \times 10^{-7}$  strain）より範囲が狭まっている。一方SN-1号孔については2010/7/21の奈良県の地震発生前までは、最大せん断歪

$5.184 \times 10^{-7} \sim 7.897 \times 10^{-7}$  strain、面積歪  $4.125 \times 10^{-7} \sim 6.173 \times 10^{-7}$  strain の範囲に閾値が存在すると推測していたが（表1を参照）奈良県の地震では最大せん断歪の歪地震動  $5.184 \times 10^{-7}$  strain（閾値下限：2008/8/13 八丈島東方沖の地震時）未満の  $3.650 \times 10^{-7}$  strain、面積歪  $4.125 \times 10^{-7}$  strain（閾値下限：2008/8/9 東海道南方沖の地震時）未満の  $1.500 \times 10^{-7}$  strain の歪地震動によって地震応答が生じていることが判明した。

面積歪変化に関して、なぜ小振幅の歪地震動で地震応答が生じたかであるが、2009/8/9 東海道南方沖の約2日後に発生した2009/8/11 駿河湾の地震(M<sub>J</sub> 6.5)の地震時、東濃地震科学研究所では計測震度3を観測している。同程度の地震動によってSN-1号孔が観測している土岐挟炭累層中の帯水層の透水性が良くなり、駿河湾の地震以降は以前よりも小振幅の歪地震動によって地震応答が生じるようになったと考えられる。今後も閾値の精査を進めたい。

	面積歪	最大せん断歪	SN-1	SN-3
2007/7/16 新潟県中越沖地震 (M <sub>J</sub> 6.8)	$1.186 \times 10^{-5}$	$3.813 \times 10^{-5}$		
2009/8/11 駿河湾 (M <sub>J</sub> 6.5)	$2.386 \times 10^{-6}$	$3.319 \times 10^{-6}$		
2008/5/12 中国四川省の地震 (M <sub>w</sub> 7.9)	$2.744 \times 10^{-6}$	$2.469 \times 10^{-6}$		
2006/12/19 愛知県西部 (M <sub>J</sub> 4.4)	$1.814 \times 10^{-7}$	$1.038 \times 10^{-6}$		
2008/5/8 茨城沖地震 (M <sub>w</sub> 6.8)	$6.173 \times 10^{-7}$	$7.897 \times 10^{-7}$		
2009/8/9 東海道南方沖 (M <sub>J</sub> 6.8)	<b><math>4.125 \times 10^{-7}</math></b>	$5.184 \times 10^{-7}$	×	
2010/7/21 奈良県 (M <sub>J</sub> 5.1)	<b><math>1.500 \times 10^{-7}</math></b>	<b><math>3.650 \times 10^{-7}</math></b>		
2009/8/13 八丈島東方沖 (M <sub>J</sub> 6.6)	<b><math>1.125 \times 10^{-7}</math></b>	<b><math>2.705 \times 10^{-7}</math></b>	×	×
2008/9/19 十勝沖 (M <sub>J</sub> 7.1)	$1.046 \times 10^{-7}$	$2.358 \times 10^{-7}$	×	×
2007/1/5 岐阜県美濃東部	$2.489 \times 10^{-8}$	$9.757 \times 10^{-8}$	×	×
2010/8/20 伊勢湾	$2.209 \times 10^{-8}$	$6.395 \times 10^{-8}$	×	×
2010/8/26 愛知県西部	$2.267 \times 10^{-8}$	$2.504 \times 10^{-8}$	×	×

表1 調査を行った各地震の歪地震動（97FT-01での観測；面積歪と最大せん断歪）の peak-to-peak の振幅とSN-1およびSN-3での地下水位地震応答の有無（・**×**で表記）、最大せん断歪振幅の大きさ順にまとめた。