

前兆現象に関する一考察

A consideration concerning precursory phenomena

藤森 邦夫[1], 向井 厚志[2]

Kunio Fujimori[1], Atsushi Mukai[2]

[1] 京大・理・地球惑星, [2] 奈産大・法

[1] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ., [2] Faculty of Law, Nara Sangyo Univ.

淡路 800m 孔において地震前に観測された水圧急変と歪急変は、前兆現象であると考えられる。水圧急変は地下水の急激な移動であり、歪急変は応力集中により生じる微小破壊である。地震前の応力増加が潮汐応力をトリガーとして地震前約 3 ヶ月間に次のような現象を発生させる。まず小潮時に、地下水の急激な移動が何度も生じる。間隙水圧が上昇した地域では、岩石の破壊強度が低下する。次のあるいはその次の大潮時に、微小破壊が発生する。次の大潮時、震源において地震数日前から急激な変動が始まり、周辺でも地下水移動や微小破壊が発生し、ついに地震が発生する。このような地下水移動や微小破壊が、種々の前兆現象を発生させる。

1995 年兵庫県南部地震後、断層解剖計画において、淡路島富島の野島断層近傍に 800m 孔が掘削された。その底部に石井式地殻活動総合観測装置が設置され、地殻歪、傾斜と地下水圧の連続観測が行われてきた。観測された経年的歪変化は 3 成分 (Str_U; N21W, Str_M; N81W, Str_D; N39E) とも伸びであり、最大伸びの方向は北東 - 南西方向で野島断層の走向にほぼ平行である。孔口密閉期間に発生した 3 つの地震、日向灘の地震 (1996 年 10 月 19 日, M6.6, 400km), 2000 年鳥取県西部地震 (10 月 6 日, M7.3, 160km), 兵庫県北部の地震 (2001 年 1 月 12 日, M5.4, 110km), の前にステップ状の水圧変化 (水圧急変) と歪変化 (歪急変) が観測された。水圧急変とそれに続く歪急変が前兆現象であると考えられる。また、大きい地震前の水圧急変量が大きい、そして震央方向に近い成分に歪急変が生じる傾向にある。従って、地震予知は可能であると思われる (本予稿集「地震予知の可能性」参照)。本報では、前兆現象に関して考察する。

観測された歪急変の様相は、Str_U と M のステップ状の変化、そして Str_D のクリープ的な変化の 2 種類が見られる。この変化様相の異なりは、歪計が設置されている岩の性質に起因し、ステップ状の歪変化は固い岩に、歪速度が遅い変化は柔らかい (破碎された) 岩に生じる。従って、Str_D (N39oE - S39oW) 方向の破碎面がポアホール内に存在すると推定される。この方向は野島断層の走向とほぼ平行である。

歪急変は、1 成分、多くて 2 成分に観測されることからみて、ポアホール孔壁付近の計器の極近傍にその発生源があると考えられる。遠方から作用する応力は、ポアホールの周囲で "みだれ" が生じる。予定震源方向の応力増加が、ポアホールの応力集中により、その方向にある縦亀裂 (もしくは節理) の面に働く法線応力を減少させ、縦亀裂において微小な滑り (破壊) を発生させる。すなわち、蓄積された微小な範囲の歪を解放する。高水圧 (孔口密閉) 状態での歪速度が低水圧 (孔口開放) 状態のものより速いことは、歪急変が滑りにより生じることを支持する。この破壊現象の繰り返しは、ポアホール内の亀裂を成長させあるいは亀裂の数を増やす。その結果、ポアホールは膨張する。観測された経年的歪変化が 3 成分とも伸びであることは、この膨張がテクトニックな圧縮を上回っているためであろう。ちなみに、観測された最小伸びの方向とこの地域の G P S 観測で得られた最大圧縮方向は、ほぼ西北西 - 東南東であり、野島断層にほぼ直交方向である。

地震前は広域が高応力場になり、応力は地震発生まで増加し続けるであろう。増加した応力は、その応力 (歪) と間隙水圧の空間分布の不均質さを増大させ、潮汐応力をトリガーとして約 3 ヶ月間に次のような事が生じると考えられる。小潮時に、まず、不均質な間隙水圧分布を解消するように地下水の急激な移動が何度も生じ、間隙水圧分布の均質化が計られる。決定的な現象は、地下水移動により間隙水圧が上昇した地域で、岩石の破壊強度が低下することである。その結果、地震発生予定地点が決まり、地震規模もすでに決まっている。次のあるいはその次の大潮時に、地震発生予定方向の増加した応力により、歪急変 (微小破壊) が生じる。応力集中を生じる地点では、微小破壊も発生する。地震発生の準備が完成した。次の大潮時、予定震源において地震数日前から地震発生に繋がる急激な変動が始まり、その周辺においても応力が急激に変化する。先ず水圧急変が発生し、次に歪急変が生じる。歪急変は地震発生まで続く。ついに、地震が発生する。

水圧急変は、クラック間の間隙水圧の不均質が限界値である時、小潮時に発生する。それは、地殻内の亀裂や節理を介して地下水圧が伝わる現象である。大潮の膨張時には、水脈は繋がり易いが間隙水圧が低く、逆の収縮時には、間隙水圧は高いが水脈が繋がり難いであろう。その中間的狀態が長く続く小潮時に水脈の繋がりが生じ、間隙水圧が変化すると考えられる。恐らく、観測点 (800m) より深い領域の間隙水圧変化を反映する。一方、岩石破壊である地震や歪急変の現象は、応力が限界値に達している時、高間隙水圧、高応力あるいは大きい振幅で歪変化の繰り返し ("揺さ振り") の結果として発生する。しかし、これらの現象は、何かトリガーがあれば生じるであろうから、大潮時や小潮時以外でも発生する。水圧急変、歪急変ならびに地震発生と潮汐との関連は確率の問題で

ある。

震源域に近づくほど地下水圧変化量は多くなり、微小破壊の発生密度と頻度も増えることが予想される。これらが、古来伝えられたそして従来観測された種々の前兆現象を発生させる原因であろう。