

7-13 淡路島800m孔における地殻変動と地下水圧の連続観測結果 Observations of crustal movements and groundwater pressure in the Awaji 800 m borehole

京都大学大学院理学研究科・京都大学防災研究所・東京大学地震研究所
Graduate School of Science, Kyoto University,
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University,
and Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

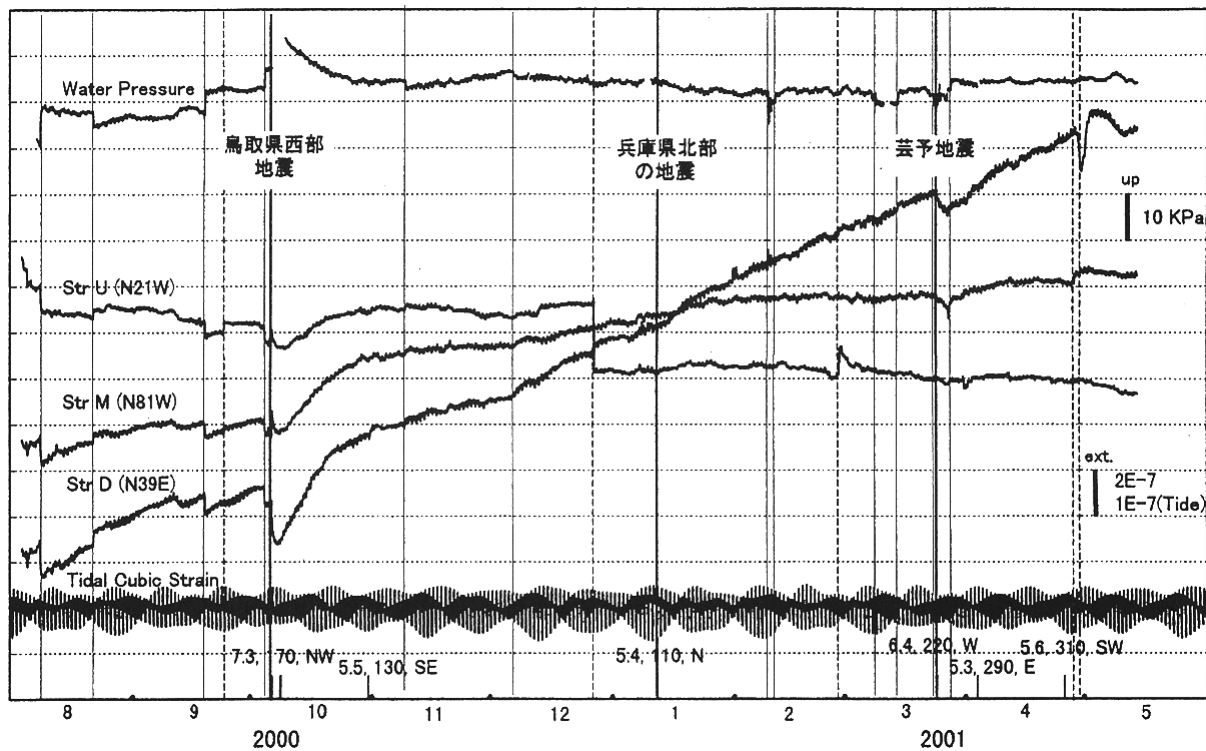
1995年兵庫県南部地震後、断層解剖計画において、淡路島富島の野島断層近傍に800m孔が掘削された。その底部に石井式地殻活動総合観測装置が設置され、地殻歪と傾斜の連続観測が1996年5月20日から行われてきた。また観測開始から1996年末までと2000年8月3日以降が孔口密閉状態である。孔内は、計器設置セメント部とケーシング部の間の裸岩(花崗岩)部分から地下水が染み出ており、地下水位はフランジから約8m上に相当する。地下水圧の変化は歪3成分に同時に同様な変化として現れ、水圧上昇で歪は縮み下降で伸びである。両者の対応は、歪成分により少し異なるが、10 k Paの水圧変化に対して約 $2E-7$ の歪変化である。なお、この水圧変化は孔底付近の間隙水圧変化であると考えられる。

孔口密閉期間において、地震約3ヶ月前から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、また、比較的近くて大きい地震直前に水圧急変や歪急変が観測された。これらの変化は地震の短期と直前の前兆現象と考えられる。なお、フォッサマグナより西の地域に発生した $M \geq 5$ 、 $\Delta < 500$ km、そして $H < 100$ kmの地震を対象とし、潮汐と気圧影響を除去しないデータで検討するので、 $1 E-7$ 程度以上の歪急変や2KPa程度以上の水圧急変を対象とする。

第1図においては、2000年鳥取県西部地震(10月6日、 $M7.3$ 、 $\Delta 170$ km)、兵庫県北部の地震(2001年1月12日、 $M5.4$ 、 $\Delta 110$ km)、2001年芸予地震(3月24日、 $M6.7$ 、 $\Delta 220$ km)があり、地震の約3ヶ月前から水圧急変、歪急変、地震の順に発生が見られる。鳥取県西部地震の25日後に発生した三重県南部の地震 $M5.5$ は例外である。また、芸予地震後の変化については今後の問題である。第2図においては、水圧測定がなされていないが、同時で同様な歪急変を水圧急変とみなす。10月19日日向灘の地震($M6.6$ 、 $\Delta 400$ km)の前約3ヶ月間に、水圧急変、歪急変、地震の発生と第1図とほぼ同様の関係が見られる。なお、この地震44日後12月3日に発生した日向灘の地震 $M6.6$ は例外とする。

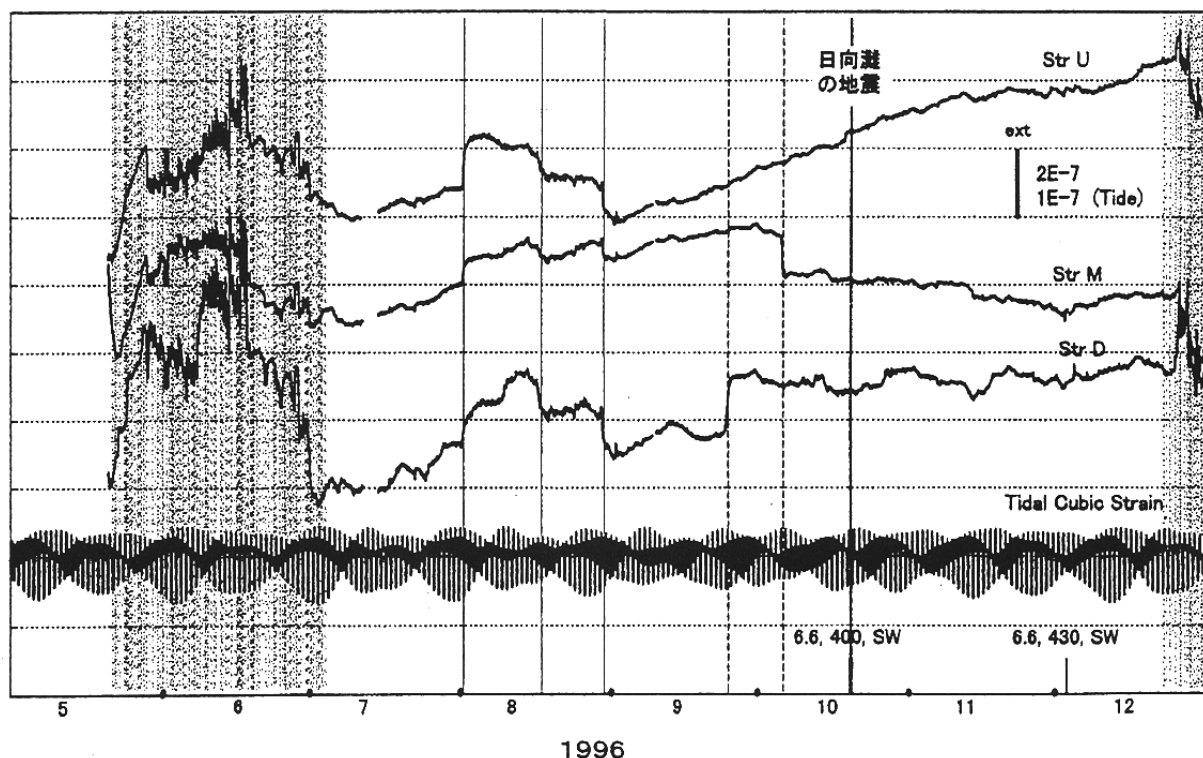
水圧急変と歪急変の例を第3図に示す。大きな水圧急変時には歪急変が見られる(A)。また歪急変は、2成分同時(Aでは、Str UとM)に生じる場合と1成分のみ(Bでは、Str U)に生じる場合がある。地震直前の変化を第4図に示す。鳥取県西部地震の場合、地震2日前に水圧上昇、地震1日前から歪急変、10月6日13時30分頃に地震が発生した。芸予地震の場合、3月24日0時頃に水圧低下、同日15時28分頃に地震が発生した。

最後に、地震は気象庁一元化データを使用し、観測点における理論潮汐の計算には GOTIC"(Sato and Hanada, 1984)を使用した。(藤森邦夫)



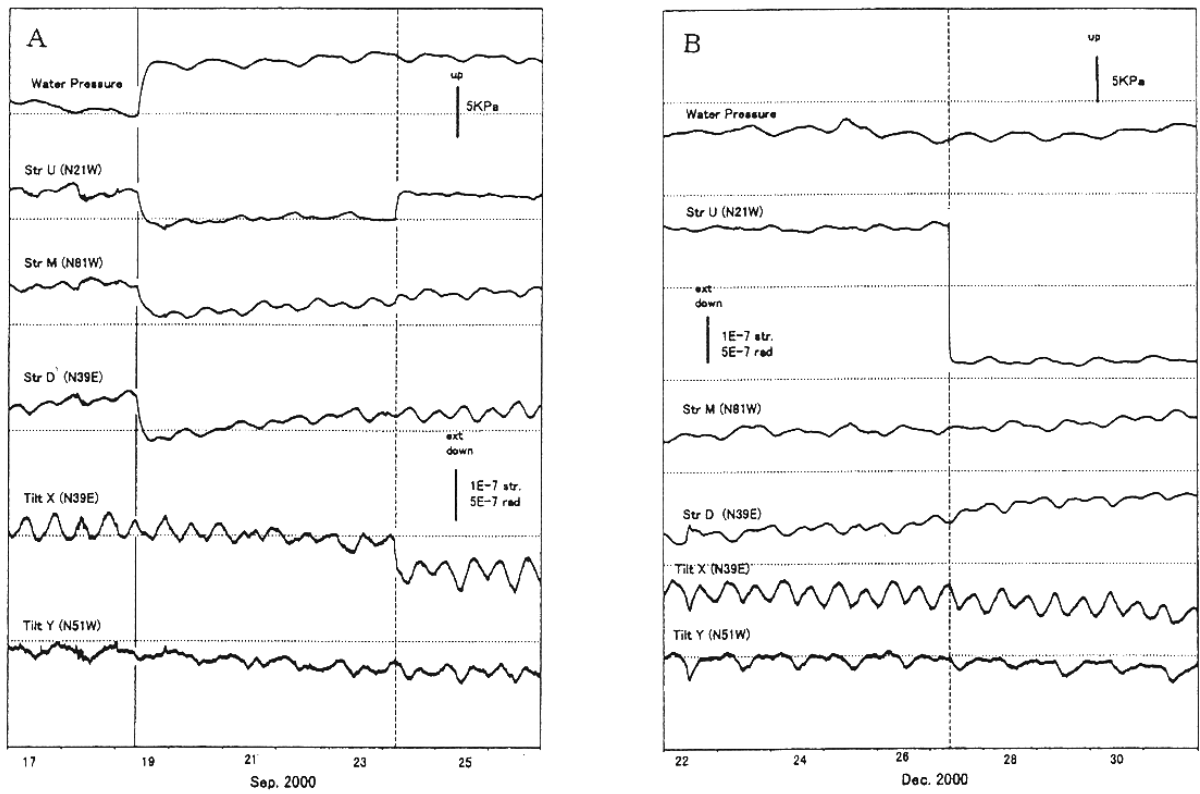
第1図 地下水圧変化，歪変化，理論潮汐の体積歪および地震（2000年8月4日～2001年5月13日）．太実線は地震発生，細実線は水圧急変，破線は歪急変を示す．

Fig.1 Groundwater pressure change, strain changes, cubic strain of theoretical tides, and earthquake occurrences (4/8/2000 - 13/5/2001). Tick and thin solid and broken lines indicate the occurrences of earthquakes and sudden changes in groundwater pressure and strain, respectively.



第2図 歪変化，理論潮汐の体積歪および地震（1996年5月20日～12月31日）．細実線は水圧急変，破線は歪急変，太実線は地震発生を示す．ハッチ部は人工的ノイズの期間を示す．

Fig.2 Strain changes, cubic strain of theoretical tides, and earthquake occurrences (5/20/1996 - 31/12). Tick and thin solid and broken lines show the occurrences of earthquakes and sudden changes in groundwater pressure and strain, respectively. 2 hatched parts indicate the periods of artificial noises.



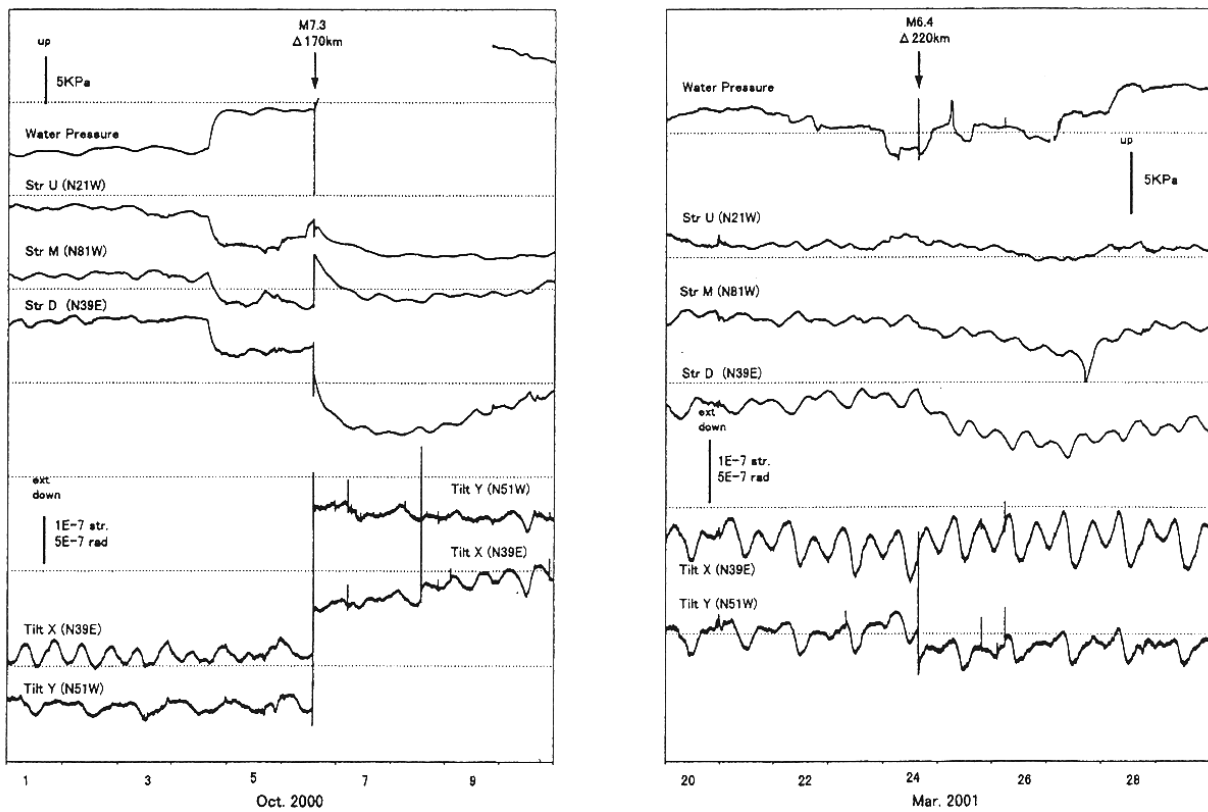
第3図 水圧急変と歪急変の詳細 (1分値使用).

A : 鳥取県西部地震前の水圧急変と歪急変. B : 兵庫県北部の地震前の歪急変.

Fig.3 Details of sudden changes in groundwater pressure and strain (minutely values).

A: Sudden changes in groundwater pressure and strain before the Tottori-ken Seibu earthquake.

B: Sudden change in strain before the earthquake in Hyogo Prefecture northern part.



第4図 鳥取県西部地震前後 (左) と芸予地震前後 (右) の水圧, 歪, および傾斜の変化.

Fig.4 Changes in groundwater pressure, strain and tilt after and before the Tottori-ken Seibu earthquake (left) and the Geiyo earthquake (right).