

第4回「ボアホールにおける歪と地下水の観測について」

講演者：藤森 邦夫（理学研究科 地球惑星科学専攻・固体地球物理学講座）
報告者：岡本 大志（理学研究科 地球惑星科学専攻・固体地球物理学講座）

1. はじめに

地震活動に関連して地下水に変化が見られたという報告は古くからあるが、その原因などについては未だに明らかになっていない。藤森先生らの研究グループは、野島断層解剖計画により1996年から野島断層近傍において深さ800mのボアホールを掘削し、ひずみ計・傾斜計などの観測機器を設置、地殻変動と地下水圧の連続観測を行っている。今回の講義では、ボアホールでの観測機器の概要や、ひずみ計と地下水圧の観測・解析により得られた野島断層近傍でのひずみの場・ひずみの長周期的変動・地震活動に関連したひずみや地下水圧の変化の事例などが紹介された。

2. 野島断層近傍のひずみの場

野島断層は北東-南西方向の走向をもち、1995年兵庫県南部地震の際には右横ずれの変位を起こした。この野島断層近傍のボアホールでの地殻変動の連続観測は1996年から行われているが、1997年~2000年の約3年間はボアホールの孔口を開放し、その後再び密閉して観測が行われた。

ひずみ計による観測結果

孔口開放状態と密閉状態のそれぞれについて、ひずみ計の観測結果から主ひずみ図を作成すると、両状態ともに北東-南西（断層の走向）方向に最大の伸びを示した。しかし密閉状態では開放状態と比べて全成分で伸びが減じ、北西-南東方向（断層の走向に直交する方向）のひずみは縮みとなった。

GPSデータ・応力測定結果との比較

GPSデータより求めた野島断層付近のひずみは北東-南西方向に最大の伸び、北西-南東方向には縮みの傾向を示した。これは密閉状態のひずみのトレンドと調和的である。ただしひずみの値は、ひずみ計のデータから求めた値の方がGPSデータから得たひずみの値よりも1桁大きかった。この原因は明らかではないが、ごく一般的にみられる傾向とのことである。

また、1800m孔における水圧破砕による地殻応力測定の結果は、最大水平圧縮応力の方向は北西-南東方向であった。この結果もやはり密閉状態のひずみの傾向と調和的である。

以上のことから、孔口密閉状態で観測されたひずみのトレンドの方が信頼できるものと考えられる。

3. 長周期のひずみの変動

ひずみ計で得たデータから、直線的・指数関数的トレンド・気圧影響や年周変化などの成分を取り除くと、4~5年周期の周期的な変動の成分が得られた。この長周期のひずみの成分がピークを示したのは、最近では2000~2001年頃であった。極小を示したのは1998年末頃と2002年夏頃で、現在は増大中である。

GPS観測による東西成分の変位のデータにもこのような長周期の変動が見られ、極大・極小の時期はひずみ計のデータと概ね一致していた。

ひずみの長周期の変動の成分がピークを示した2000~2001年頃にちょうど鳥取県西部地震や芸予地震が発生していることから、この長周期の成分と地震活動との関連を疑いたくなるが、現在のところよくわからない。

4. 地震活動と地下水圧の変化

大地震の前に見られた地下水圧の変化

800m孔では、時に急激な地下水圧変化が観測される。なお、地下水変化に伴ってひずみ変化は生じる（水圧上昇でひずみは縮む）が、傾斜は変化しない。2000年以降（孔口密閉状態）の地下水圧変化を見ると、鳥取県西部地震（震央距離170km）の2日前に水圧が急激に上昇した。芸予地震の前にも、地下水圧の急激な変化が見られた。

コサイスマックに水圧が変化することは古くから知られていた。地震に伴う温泉水の変化は多く報告されており、また逢坂山観測点でも数多くのコサイスマックな水圧変化が観測され、ほとんどの場合に水圧上昇であるが、兵庫県南部地震では減少を示した。しかし、今回の野島断層での観測結果のように地震の前に水圧が変化した理由はよくわかっていない。

水圧の変化量については、 $(\text{水圧変化量}) \times (\text{震央距離})^2$ と発生した地震のマグニチュードを両対数スケールでプロットすると、概ね線形に分布することがわかっている。

2004年正月頃の地下水圧の急激な変化

2004年正月頃、地下水圧が急激に下がる減少が見られた。産業技術総合研究所の大原観測点でも同じ時期に地下水圧が下がっていた。京都大学防災研究所は2003年の春頃から丹波地域での微小地震の活動が減少していることを指摘しているが、この地下水圧の減少と関連があるかどうかはわかっていない。