

レポート：日本列島のひずみ集中帯 (担当：西村卓也先生)

京都大学大学院 理学研究科 地球惑星科学系 修士1回生
伊東優治

April 5, 2015

1 講演内容のまとめ

1.1 地殻変動について

地殻変動とは、地殻に生ずる変動の総称で、地震、造山運動や地形の隆起・沈降などが含まれる。地震以外の地殻変動は非常に小さいスケールでの変動であるため、研究するにあたり、精密な測定の技術が求められる。そこで、現在ではGNSSを利用した測定が地殻変動の観測に利用されている。

1.2 GNSSについて

GNSS(Global Navigation Satellite System)は、人工衛星によって、物体の位置を精密に測定するシステムのことである。GNSSは、24時間連続して、全天候時(激しい磁気嵐等が起きている場合は除く)に無人での位置の観測が可能である。現在では水平方向には2~3mm、上下方向には1~2cmの精度が得られている。ただし、観測には受信機が必要なため、空間的な密度が(対象とする現象によっては)充分ではない場合がある。

現在では各国がシステムを運用しており、GPS(アメリカ)、GLONASS(ロシア)、Galileo(EU)、北斗(中国)、準天頂衛星システムみちびき(日本)などが運用されている。

日本における地殻変動の観測はGEONET(GNSS Earth Observation Network System)の観測点(現在では1300点程度)において行われており、沈み込むプレートと陸のプレートのカップリングの効果による地殻変動や、大規模な地震の余効変動による地殻変動の様子が観測できるようになっている。

1.3 GNSSによるひずみ速度の観測について

地殻変動の様子を記述する上では変位や変位速度よりも、それぞれを空間微分することで得られるひずみやひずみ速度が用いられている。なお、GNSS観測で得られる観測量は変位速度である。従って、観測から得られるのは、ひずみではなくひずみ速度である。例えばSagiya et al. (2004)では、GEONET観測点における観測値を利用して、日本列島全体のひずみ速度の分布を調べており、その結果から、日本列島のほとんどの領域でひずみ速度が負(縮んでいる)となっていることを明らかにした。

1.4 ひずみ集中帯について

ひずみ集中帯とは、大きなひずみ速度をとる観測点が空間的に集中して分布している領域のことである。ただし、ひずみ速度の値が大きくてもひずみ集中帯と呼ばれない領域もある。例えば Sagiya et al. (2004) による研究結果からわかるように海溝に近い領域でもひずみ速度の分布は大きい値を取っているが、こちらはひずみ集中帯とは呼ばれない。ひずみ集中帯は、GNSS による観測のみで決定されるわけではなく、GNSS に加えて、測地測量や、活断層の分布、歴史地震の分布等から総合的に判断される。代表的なひずみ集中帯としては、新潟神戸ひずみ集中帯 (NKTZ) が挙げられる。

ひずみ集中帯の成因はいくつかの説があり、NKTZ については、Apel et al. (2006) や Heki and Miyazaki (2001) などによるプレートの相対運動説や、Iio et al. (2002) による媒質不均質説などが提案されている。

1.5 山陰のひずみ集中帯について

山陰地方では微小地震が線状に分布していることが知られている。また大規模な被害を及ぼした歴史地震がいくつか見られている。微小地震の線状分布は火山フロントと重なるが、代表的な歴史地震は、火山の近くでは発生していないことが知られている。ただ、この地域には活断層と認定された断層はない。しかし、GNSS による連続観測の結果では、この地域の変動は沈み込むプレートのカップリングの影響による大局的な変動の傾向とは違い、東向きの変動の傾向が得られている。それらのデータから最大せん断ひずみを計算すると、岡山県や兵庫県南部と比べて大きな値が得られた。そのため、この地域もひずみ集中帯であることが考えられている。

そこで、山陰のひずみ集中帯の様子を詳細に観測し挙動を調べるために、西村先生は現在、臨時の観測点を設置して、空間的な密度を上げた集中観測を行っている。

1.6 ひずみ集中帯と地震発生の関係について

地面に応力が加わるとフックの法則に従いひずみが蓄積する。ひずみが蓄積すると塑性変形が起きる。塑性変形を起こした後に、さらに応力が加わることでひずみが蓄積され、限界に達したときに脆性破壊が起きる。この脆性破壊が地震である。このように、大まかな発生の関係・メカニズムは分かっている。しかし、各プロセスで未知の事柄はまだ多く存在する。例えば、この一連の流れの中で GNSS 観測で得られるのは、ひずみではなくひずみ速度であることから、ひずみの値が得られないことがある。また、塑性変形した媒質が脆性破壊を起こす、ひずみ蓄積の限界の値も未知である。さらに、GNSS 観測点の空間的な密度から、ひずみが加わっている状態が、弾性変形している状態であるか塑性変形している状態であるかが判別できない場合もある。このように、観測で得られたひずみ速度と地震発生の関係は（特に定量的に）明確になってはいないが、なんらかの関係があると考えられている。

1.7 社会との関わりについて

上でも述べたように、まだひずみ速度と地震発生の関係は明確になっていないため、地震調査研究推進本部による地震動予測地図には、測地学的測量の成果は直接組み込まれてい

ない。

また、ひとたび地震が発生すると、大規模なものであれば当該地域に住んでいる住民の暮らしや、産業に対して大きな打撃を与えることになる。そのため、特定の地域を対象に地震発生の可能性を提起する研究は社会的関心が非常に高く、TV や新聞等で報道されることもある。

2 感想

GNSS によって数 mm や数 cm の精度で地殻変動を観測することができるということは、研究を始めた今でも驚きである。mm や cm のオーダーでの変動は人間が到底知覚できるものではないので、GNSS で観測できることは非常に画期的だと思った。知覚できない変動を観測できることが、新潟神戸ひずみ集中帯や山陰地方のひずみ集中帯といった、以前までの技術による観測データでは発見できなかった現象を発見（確認）したり、既にあった現象に統一的な見方を与えられるようになったということが非常に興味深いと思った。どのような分野の研究でも真剣に取り組むことが必要なことは当然であるが、地震や地殻変動といった分野が減災という形で社会から大きな注目を受けているという話を聞いて、真剣に研究に向き合わなければならない、と改めて思った。