

## Q34. ゆっくり地震

**Q&A33** で、地震は断層の両側の岩盤が急に動いて溜まったひずみを解放することだと書いてありました。でも、岩盤が急に動かず、そーっと静かに動けば地震が起こらずにひずみを解消できて好都合な気がします。そんな虫のいい話があるのでしょうか。

**A34.** あります。断層がゆっくり動いて岩盤のひずみだけを解消する、まるで人間の都合に合わせたような地震があるのです。「ゆっくり地震」といいます。

そもそも、普通の地震で断層が急に動くのには、わけがあります。断層の両側の岩盤の間には、摩擦力が働いています。そのせいで、断層はふだんは動きません。したがって、プレート運動によって時々刻々生み出されるひずみは、放出されずにどんどん溜まっていくのです。長い時間が経って、ひずみが断層をずらそうとする力が摩擦より大きくなったときに、地震がはじまるのです。

動き始めたら、摩擦力はどうなるでしょう。多くの断層面では、動き始めて少し経ったあとの摩擦力は、止まっているときより小さくなります（「すべり弱化」といいます）。すると、いったん地震がはじまってしまったが最後、摩擦が減って動きやすくなった断層面のずれは、一気に加速され、ひずみを解消しつくすまで、容易には止まりません。普通の地震は、こうして比較的短時間のあいだにはじまって終わります。大きな地震でも、せいぜい1分もあれば終わります。

一方、断層によっては逆の性質を持つことがあります。ずれはじめても摩擦力が減らずに、逆に増えるような断層です（「すべり強化」といいます）。このような断層では、ずれ始めても一気に加速することができずに、ゆっくりと長い時間をかけてすべりつづけます。その結果、地震動（断層の速い動きにともなう地面の揺れ）を発生させずに、大地のひずみを解消するという、われわれにとって好都合な地震が起こります。これがゆっくり地震です。地震動を音波になぞらえて、「サイレント（静かな）地震」と呼ぶこともあります。

大規模なゆっくり地震は、日本で最初に発見されました。ゆっくり地震を観測するには、地面の揺れを測る地震計では駄目で、伸縮計やGPS（**Q&A22, 23**）のような測地学的な計測装置が必要です。伸縮計については**Q&A40**の「地球潮汐」で説明しますが、岩盤に深い穴を掘って水晶の管を横たえ、その水晶管をものさしとして、岩盤の伸び縮みを精密に測る装置です。穴のなかは温度が一定で水晶は伸び縮みしないため、岩盤の変形が正確に測れるのです。

1992年7月に、三陸の沖合いで中くらいの地震が発生しました。なにもなければ伸縮計は、月や太陽の引力による地面のわずかな歪み（これが「地球潮汐」です。**Q&A40**参照）による岩盤の周期的な伸び縮みを静かに記録します。地震が起こると岩盤のひずみが急に解消された分の「とび（不連続）」が、伸縮計の記録に残ります。この地震のときも、岩手県江刺市の阿原山の中腹にある国立天文台の地球潮汐観測施設の伸縮形には、地震の大きさに見合った「とび」が記録されました。不思議なことは、その後におこりました。地震は一瞬で終わったのに、伸縮計の記録は「とび」と同じ方向に、数日間ゆっくりと動きつづ

けて止まったのです。実はこのとき、通常地震の直後に、断層が何日もかけてゆっくりとずれる大規模なゆっくり地震が発生していたのです。

より確実な証拠はその数年後に、GPS観測によって見つかりました。1994年12月28日にその地震は起こりました。三陸はるか沖の日本海溝で発生したこの地震では、地震動によって、青森県八戸市を中心にかなりの被害が発生しました。このときは国土地理院によって、すでに全国GPS連続観測網(Q&A23)が稼働を始めており、広範囲の地面の動きを正確に把握することができました。

**Q&A33**で例にあげた、2003年の十勝沖地震と同じく、地震に伴って太平洋側の久慈(岩手県)やむつ(青森県)のGPS点は、いっせいに東の太平洋の向きに何cmもせり出しました(図34-1左)。ここまでは普通の地震です。

普通でないのは、このあと一年以上にわたって東向きの動きがじわじわとつづいた点です(図34-1右)。この場合も1992年の三陸地震と同じく、通常地震の直後に大ゆっくり地震が発生して、実に1年以上の時間をかけて断層がゆっくりすべるといふ現象がおこっていたのです。注目すべき点は、ゆっくりすべりで解消されたひずみが、普通の地震(速い断層のすべり)で解消されたひずみと同じ程度か、むしろ大きいという点です。

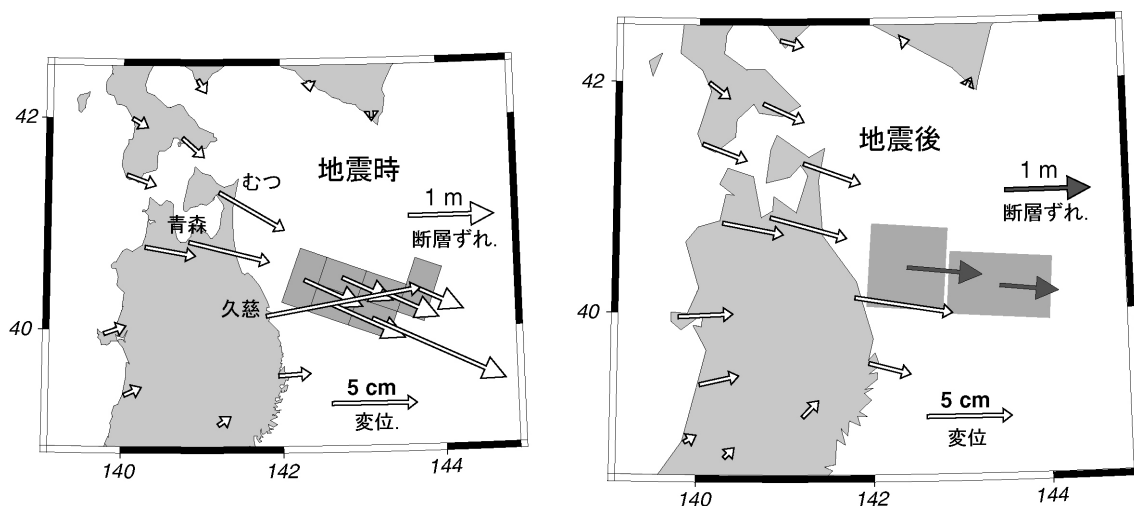


図 34-1 1994 年 12 月 28 日の三陸はるか沖地震にともなう GPS 局の動き (左)、およびその後一年間にわたる GPS 局のゆっくりした動き (右)。

その後、東北日本の太平洋沖の日本海溝では、大小さまざまなプレート境界地震が起りましたが、その観測から、通常地震のあとにゆっくり地震がつづいて起こるほうがむしろ普通であることがわかってきました。我々が従来地震として知っていた現象は、ひずみを解消する過程の、ごく一部でしかなかったことを意味します。

GPS のデータに併せて、地震波の波形を調べたりすることによって、通常地震とゆっくり地震の関係が、だんだんわかってきました。現在私たちの考えているモデルをご紹介します。

陸と海のプレート境界の広い範囲は、ふだんはくっついているのですが、特

に固着の強い「アスペリティ」と呼ばれる部分があります。その実態はよくわかっていませんが、沈み込んだ太平洋プレートにあった出っ張り（海山）の名残ではないかと想像されています。この部分は、動き出すと摩擦が減るすべり弱化の性質をそなえており、通常地震が起こります。大きいアスペリティは大きな地震を引き起こし、それらが複数連動して動くとマグニチュード8クラスの大地震になります。アスペリティの周囲は、反対にすべり強化の性質をもつ断層が取り囲んでいます。アスペリティで通常地震が起こった直後に、この領域がゆっくりとすべり出して、数日あるいは数ヶ月といった長い時間をかけてゆっくり地震となるのです。アスペリティで起こる通常地震と、その周囲で起こるゆっくり地震が対になって起こるのが、東北日本の特徴といえそうです。

西日本でもこのようなゆっくり地震は見つかっています。東北日本とやや異なるのは、アスペリティで起こる通常地震につづいて発生するというより、通常地震が起こる深さよりやや深いところで、ゆっくり地震だけが独立して起こることが多い点です。また、その多くが、半年から10年くらいの周期で繰り返し発生するようです。

最近話題になった東海ゆっくり地震は、2000年の秋に始まり、2004年現在、まだ継続中です。このゆっくり地震がはじまった当初は、東海地震の前ぶれではないかと関連研究者の間に緊張が走ったのですが、むしろ十数年に一度発生しては数年継続するものようです。他には豊後水道、房総半島などの地下が、ゆっくり地震がしばしば発生する場所として知られています。 (H)