

付加体の発達と大地震発生の関係

Why giant earthquakes occur at subduction zones with well-developed accretionary prism?

阪口 秀 [1]; 堀 高峰 [1]

Hide Sakaguchi[1]; Takane Hori[1]

[1] IFREE, JAMSTEC

[1] IFREE, JAMSTEC

付加体は沈み込む海側のプレート上に堆積した物質が陸側のプレートによって剥ぎ取られて沈み込めずに残ったまま圧密を受けることによって形成される。ということは、プレートと一緒に沈み込める堆積物の量が何らかの理由で激増でもしない限り、より多くの堆積物の供給によって付加体はより発達することになる。ところが、この条件で実際に良く発達する付加体は、その発達過程でスロープの傾斜角が徐々に低下する事実がある。この理由について、地質学や構造地質学の教科書では、critical taper theory と呼ばれる不思議な理論から「プレート境界の底面摩擦の減少」という話で片付けられ、多くの大卒研究者はこれを鵜呑みにして何も疑問を抱いていない。しかし、付加体の発達によって底面摩擦が減少するとすれば、付加体の発達によって沈み込むプレートはより沈み込みやすくなり、プレート境界にも付加体内部にも応力を貯めずに滑らかにプレート運動が進むことになり、良く発達する付加体では大地震が起こらなくなる。勿論、これは事実と反する誤った帰結である。

この間違いは、critical taper theory で付加体を一定強度のプリズム形ブロックとして考えたことに起因する。実は付加体は、頻繁に内部で破壊や圧密を繰り返しながら、自発的に密度も強度も変化する弾塑性体なのである。

そもそも堆積物がある角度をもった盛り上がりを形成するためには、重力に逆らった上昇運動が必要である。この上昇運動のドライビングフォースは主として沈み込むプレートの運動に伴って起こる逆断層運動である。この逆断層運動が付加体内部で満遍なく頻繁に起これば付加体は高角なプリズムとなることができる。ところが、堆積層が厚いか、付加体そのものが大きくなってくると、重力で堆積物は圧密してしまい逆断層運動で持ち上げる物質の密度が増加し、簡単には逆断層運動を起こせなくなる。しかし、逆断層運動が起こらない間も着実にテクトニックな力を受け続けるため、徐々に沈み込む方向にも圧縮を受け圧密はさらに進行する。現実には、単なる機械的な圧縮や圧密のほかに、堆積物の粒子が溶けて非常に効率良く間隙埋め尽くす圧密が進行する。その結果、堆積物は高強度な堆積岩へと姿を変えるのである。このとき、底面摩擦の減少は全く必要ない。

すると、より逆断層運動が起こりにくくなるため、上昇運動が抑制され、塑性体であるプリズムは徐々に低角になるのである。しかし、圧縮・圧密は無限には進行しないので、テクトニック応力が強度限界に達したときには、プレート境界での断層運動ないしは付加体内部での逆断層運動がいつかは発生する。また、このときの断層運動は付加体の幼少期に満遍なくあった逆断層運動と比較して非常に局所化する。これが稀に起こる大地震の原因と考える。

このように考えると、付加体の成長と強度変化から、大地震の発生や b 値などの地震学的知見、付加体のイメージング研究による知見、そして、主応力軸方向などの現場観測的知見などのこれまでにバラバラだった関係に対して非常に綺麗に説明がつく。

本報告では、以上のような大胆な仮説を検証するために行った数値実験結果について詳しく説明する。