

付加体発達過程で作り出される応力場で自発的に形成されるデコルマ断層

Self-organized formation of a decollement in the stress field built up during the evolution of an accretionary prism

堀 高峰^{1*}, 阪口 秀¹

Takane Hori^{1*}, Hide Sakaguchi¹

¹海洋研究開発機構

¹IFREE, JAMSTEC

付加体は、沈み込み帯で堆積層が供給される場所に発達し、褶曲と逆断層が並んだ構造を持っている。そして多数の逆断層の下端付近には、デコルマと呼ばれる水平断層が発達することが知られている。その規模は、現在付加体の発達が進行している領域のほぼ全体を横断する大規模なものである。

このような逆断層群や水平断層が付加体に形成されるためには、前者は付加方向に圧縮が卓越した応力場である必要があり、後者は主応力軸が水平から45度近く傾いている必要がある。となると、両者が同じ応力場で形成され、同時に活発な断層運動をするとは考えにくい。また付加前後の構造を見る限り、逆断層群のもとになる弱面は存在せず、特殊な場合を除けば水平断層のもとになる弱面も存在しない。したがって、逆断層群と水平断層は、異なる応力場で形成され、異なるタイミングで活動してきたと考える方が力学的には自然である。

では、これらの断層はどのようなメカニズムで形成され、どのような順番で断層運動をするのであろうか？本研究では、離散要素法を用いた付加体形成過程の数値実験から、以下のような過程で逆断層群とデコルマが形成されることを解明した。

(1) 付加前の堆積層には主として重力のみが働いている。それがプレートに載って移動し、進行方向に形成されている付加体でせき止められることで、底面にテクトニックなせん断力が働く。

(2) プレートの移動にともなってせん断力は増加し、堆積層内では重力とテクトニックな力とがつり合って等方圧縮を受ける。そうすると、堆積層は破壊することなく等方圧密が進行し、大きな応力を蓄積する。

(3) さらにせん断力が増加すると、堆積層内は水平圧縮が重力に勝ち、差応力によって層厚全体にわたる大規模な逆断層が形成される。

(4) この逆断層運動によって、断層帯とその近傍では応力の解放とともに、主応力軸が断層に直交する方向に回転する。これにより断層形成前に水平方向だった主応力軸が45度に近い傾きを持つことになり、逆断層近傍で、水平断層形成のきっかけとなる応力場が生じる訳である。

(5) 大きな逆断層運動は、断層帯を構成する物質の膨張などを伴うため、断層が完全に閉じてもとの応力場に戻るにはかなりの時間を要する。その間にも断層の周辺では水平圧縮力が増加するので、他の逆断層が形成され、同様な応力軸の回転を起こす。

(6) このように逆断層群が形成されることによって、応力軸の向きが広い範囲で水平断層形成にとって適した応力場に変化していくことになり、水平断層の形成に至る。

(7) 一旦水平断層が形成されると、この断層を閉じるための力は自重の増加しかなく、断層運

動が継続的に存在する。これがデコルマである。

(8) 一方、水平断層の形成後、その上の応力場は水平圧縮が卓越した状態への回復に時間がかかるため、逆断層群の活動度は非常に低くなる。

(9) 上記のことは付加が進行するにつれて、常に付加体の先端付近から水平断層が形成されている場所までの間で起きる過程である。したがって、水平断層も付加体の成長にともなって成長することになる。

以上のように、まず逆断層群が形成されて、それによって応力場が水平断層が形成され易いように変化し、後から水平断層が形成されることがわかる。したがって、付加体の応力場は広域の境界条件を満足するように決まるのではなく、内部に起こる断層運動の蓄積によって自己組織的に形成されるものと考えられる。このようなことが生じるために重要な条件は、1) 断層運動にともなう膨張が瞬時に起こるのに対して、強度回復に必要な圧密は時間がかかるということと、2) 圧密にかかる時間に比べて、ローディングによる変形が新たに起こるまでの時間が短いということである。なお上記の結果から、水平断層の先端付近に発達する逆断層群は、巨大地震発生にともなって水平断層が分岐してできたものではなく、逆に水平断層よりも先にできるものであり、「分岐断層」という主観的な概念の再考を迫られる。