

断層撓曲の発生条件とメカニズム -立川断層を事例として-

Generation condition and mechanism of faults flexure -Example of Tachikawa fault-

安藤 広一 [1]; 山崎 晴雄 [2]

Koichi Ando[1]; Haruo Yamazaki[2]

[1] 首都大学・都市環境・地理環境; [2] 首都大学東京・都市環境・地理

[1] Geography, Tokyo Metropolitan Univ.; [2] Dep. Geography, Tokyo Metropolitan Univ.

立川断層は、東京立川付近から武蔵野台地を北西に横切って阿須山丘陵へと続く全長約 21km の断層であり、断層位置が首都圏に近いことから、首都圏直下型地震の起震断層として注目されている。しかし立川断層は立川礫層や上総層群などに覆われているため、幅約 100~200m の撓曲としてしか姿を現しておらず、断層の地下の様子は不明である。特に撓曲の発生原因はよく解っていない。そこで我々はコンピュータシミュレーションを使って撓曲の再現を試みた。

これまで地質学のシミュレーションにおいては有限要素法が多く用いられてきた、しかし有限要素法には媒質の大変形を計算できない、媒質の分裂融合が計算できないという欠点がある。そこで我々は、シミュレーションスキームとして CIP 法を用いて計算を行った。CIP 法は差分法の一つであり、媒質の大変形や融合分裂を計算することができる。さらに、CIP 法ではこれまでの差分法の欠点であった数値拡散を極めて少なくすることができる。

礫や粘土などの地質学的な物質はビンガム流体として扱うことができる。普通の流体であるニュートン流体が歪み速度によらず粘性が一定なのに対して、ビンガム流体では歪み速度が増大すると歪み速度に反比例して粘性が低くなるという性質がある。すなわち、ビンガム流体の代表的な例が粘土である。粘土を手で押すと、歪み速度が上がり粘性が下がるため粘土は変形する。次に粘土から手を離すと、歪み速度がなくなり、粘性が増加、固体のように振る舞って粘土に手であけた穴が残る、という具合である。

まず初めに、我々の計算コードが正しく物理現象を再現するかを検証するために断層のアナログ実験装置を開発した。この実験装置は高さ 15cm、幅 40cm、奥行き 1.4cm のはこの中に粒径 0.5~1mm の標準砂を入れた構造になっている。この実験によって発生した断層崖とコンピュータシミュレーションの結果を比べてみた。その結果、シミュレーションの結果はアナログ実験の結果と整合性を持つことが明かになった。

そこで、我々は立川断層のシミュレーションモデルを作り実験を行った。地質調査の結果を参考にして、断層運動一回の変位量を 1.8m、基盤までの深さを 500m とした。また、立川断層の基盤中の断層角度は今のところ不明であるが、立川断層がインバージョンテクトニクスによって発生した断層であることを考慮して基盤の断層角度を 45° とした。実験では、モデルの簡単化のために立川断層下の地層を礫層と粘土層に分けてシミュレーションを行った。粘土層の特徴としては、粘着力があることと速度弱化が上げられる。速度弱化とは媒質の歪み量に比例して粘着力と内部摩擦角が減少する現象である。これは、実際の断層では、すべり面の破碎帯に対応する。それに対して、礫層では歪みが溜まっても礫が再配置することによって速度弱化を起こさない。また粘着力も 0 である。

実験の結果地表面に断層撓曲が現れる条件として、粘土層の上部に礫層が存在することが不可欠であることが確かめられた。地層全体が粘土層であると、撓曲は形成されず断層崖が発生する。また、断層撓曲の幅は礫層の厚さに比例して増大することが確かめられた。