

地層はどうして曲がっているのか

地質研究室

〔問1〕 地層はなぜしゅう曲するのでしょうか。

〔回答〕 適切な答を示すことがむずかしい質問です。というのは、筆者もしゅう曲のことは知っていますし観察したこともあります。しゅう曲運動について見たことがないからです。しかし、それでは責任が果たせませんので、しゅう曲運動がいつどこで行われているかに関する研究の一部をいかんせんで解説することにより、質問に対する答えとしたいと思います。

1. 生きているしゅう曲

地層は、できたときは水平です。それが押し曲げられて波打っていることをしゅう曲といいます。では、もともと平らであったものが、どのようにして波のような形に動いたのでしょうか。それを考える前に、中学生の理科の問題に挑戦してみましょう。

《問題》しゅう曲した地層Aの上に段丘堆積物Bが堆積しています(図-1)。地層Aがしゅう曲した時期はいつですか。

問題の答は、BとAの間にしゅう曲したとあります。でも、本当にこの答でよいのでしょうか。外国から輸入した地質学では、しゅう曲運動の時期はB

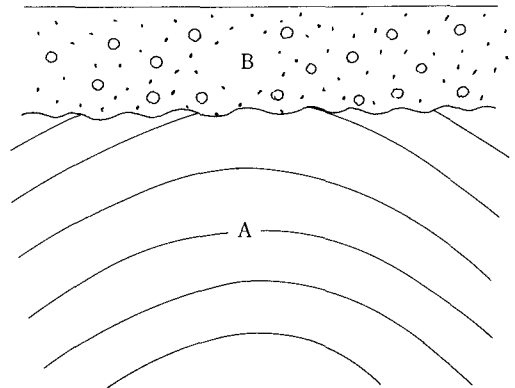


図-1 中学生の理科の問題

が堆積したときとAが堆積したときの間と決まっていた。だが、それは日本の大地には必ずしも通用しないのです。その一例をあげてみましょう。図-2は、2回の水準測量からわかった羽越ししゅう曲帯のしゅう曲運動を示したものです。この図はしゅう曲の背斜では標高がさらに高くなり、向斜では標高が低くなる場所があることを示しています。

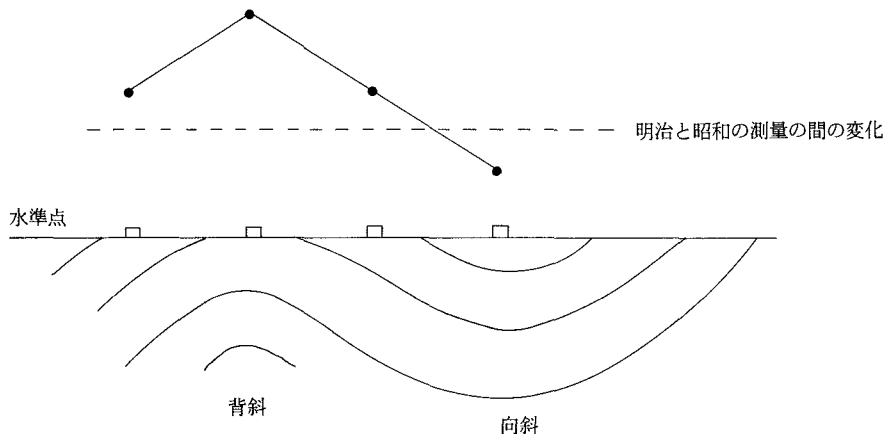


図-2 水準測量からわかったしゅう曲運動

つまり、しゅう曲運動は現在も絶え間なく進行しており、しゅう曲というものは一度にできあがるものではないわけです。いいかえれば、完成されたものとして地質学の対象となっていたしゅう曲構造が今まさに成長しつつあり、そのしゅう曲を作ったのと同じ力が現在も作用しつつある場所があるのです。

アルプスのようにひどく押し曲げられたしゅう曲の説明に、「想像もつかないほど激しい地殻変動」が起こったためだと本に書いてあることがあります。しかし、地層の中にしゅう曲の模様を描きだすような大地の動きは、一生見張り続けていても10cmにならない程度なのです。ですから、「想像もつかないほど長い間」それが続いたというべきなのです。つまり、地殻に見られる大きな変形を説明するには、それに相当する長い時間を考える必要があります。

2. 岩石も流れる

人にはあきらめのよい人と、あきらめの悪い人がいます。ある人を押えつけて、その人の「あきらめ時間」より早く離せばその人は起きあがってきますが、それより長い時間押えつけているとあきらめへばってしまいます。この「あきらめ時間」のことを「緩和時間」と呼ぶとします。物体はそれぞれ特有の緩和時間を持っており、その緩和時間より短い時間で力を除くと弾性でもとにもどるが、長い間力に加えられると緩み和らいで流れてしまいます。

春になると、草の芽がアスファルト舗装を押しわけて地上に顔をだすことがあります。人や自転車が走っても平気な舗装を草の芽が突きやぶるのです。アスファルト舗装は早く動く物体にたいしては固体のようにふるまいますが、ゆっくり伸びてくる雑草の芽に対しては液体のようにふるまいます。非常に硬い完全な固体のように見えるガラスやコンクリートも、精密に測定するとアスファルトと同様に、きわめてゆっくり流れることがイギリスのレイリー卿やイスラエルのライナーによって明らかにされています。

多くの固体は瞬間的な力を加えたときは弾性を示しますが、長い時間力を加えているとながれます。すなわち、弾性と粘性の混じった性質を表わします。ではこのとき、物質を構成している原子はどのようなになっているのでしょうか。今、固体に外から力を加えると、図-3に示したように粒子Aはそのエネ

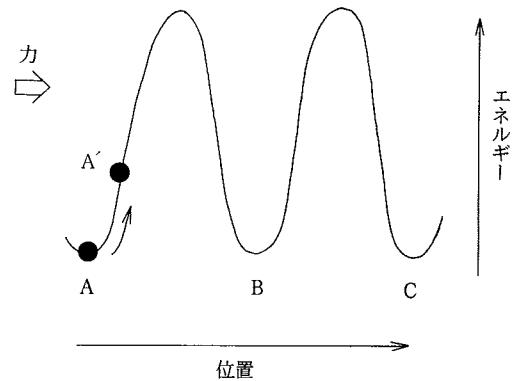


図-3 固体の中の原子が流れる仕組み

ルギーによりA'の位置に移ります。しかし、力が取除かれると、粒子はA'の位置からAの位置にもどります。つまり力が加えられると変形し、力を取除くともとの形にもどります。これが弾性です。ダイヤモンドや水晶が弾性だけを示して流れないのは、この山が高いからです。もしこの山が低いと、A'まで引き上げられたとき、自分の熱運動でこの山を越えBの位置に移ってしまう粒子がでできます。これが固体が流れた状態です。原子の世界でいえば、固体と液体の違いはエネルギーのやまが高いか低いかなのです。

岩石のように固体と液体の混じった性質を表わす物質は、この山がそんなに高くないものです。力を加えてすぐに取除くと粒子はA→A'→Aという変化をします。力を加えて長くおくと、つまり力を受けてA'までもち上げてもらえば、一部の粒子は山を飛び越えることができます。すなわち、力を加えて長時間おくと岩石は少しずつ流れることができます。このようにして、長い時間かけて横からの力を受けた岩石の層も流れて曲がるのです。

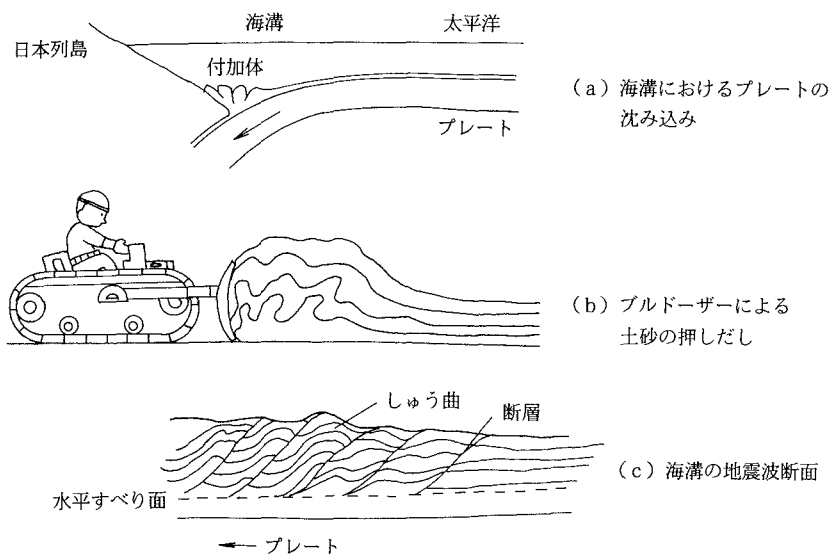
3. ブルドーザーはしゅう曲をつくる

「日本海溝はプレートの沈み込む場所」だといわれています。陸の方へ移動してくるプレートの上には多量の堆積物が積っていますが、この堆積物は一体どのようなものになるのでしょうか。堆積物は陸へ陸へと押しつけられていくわけですから、次第に変形していきます(図-4(a))。地層が変形していく過程は、ブルドーザーによる土砂の押しにも例えることができます。すなわち日本列島をブルドーザーの排土板とし、その前面に土砂が盛上がっていく様子と

比較できます（図－4 (b)）。

では、本当に海溝ではブルドーザーの作用によって、プレート上の堆積層が変形して積み重っていくのでしょうか。海底下の地質構造の探査には、人工地震探査法を用います。日本付近の海底の構造については、多くの調査がなされています。実はこの調査の中に、プレートの沈み込みとそれに伴う堆積物

の変形の様子をはっきりととらえられたものがあったのです。陸に押しつけられて積み重っていく堆積物を、付加体と呼んでいます。地震探査の記録をもとにこの付加体を海から陸へと追跡していくと、次第に地層の傾斜が急になり変形していく様子が認められています（図－4 (c)）。



図－4 海溝における地震波断面の解釈

4. まとめ

しゅう曲運動が、いつどこで行われているかの例を示しました。日本のあちこちで、この10万年位の間に地面のたわみの進行している場所が見つっています。このような変形がさらに長時間続くと、地層の中にしゅう曲などの地質構造ができると考えられています。

地質学のよい教科書として知られるブリンクマンの本には、目の前にありありと認められる地学的な現象が描かれています。ヨーロッパでは最近動いた

しゅう曲が見あたらないため、前述した羽越しゅう曲帯の活動してるしゅう曲を取りあげています。「動かない」ヨーロッパの地質に対して、日本で「動いている」ことがはっきりしたのは、太平洋の周辺地域で地殻変動が著しく進行しつつあるためです。地殻変動にはまだ謎が多く、それを解く鍵は太平洋地域の地殻変動の研究にあります。しかし、こんな答では納得してもらえないかもしれませんが。

（文責 鈴木哲也）