

中越地域の地質構造の発達過程

栗田 裕 司¹⁾

1. はじめに

21世紀に入ってまもなく、新潟県はいくつかの大きな災害に見舞われました。地震災害のもとになる地震という現象は、ご存知のように地下深くで起こる地球の変動の一種です。ひとつの地震が起きる地質学的背景は、大陸スケールの変動から、都道府県といった大きさのローカルなスケールの地質条件、あるいはもっと微細な地下の岩石の構造までが複合したもので、それぞれの背景の根本には、100万年、1,000万年というような、人間の日常の時間感覚では読みきることのできない、長い時間にわたる地球の歴史があります。今回の特集号では、新潟県とその周辺地域での地震現象について、さまざまな解説がなされていますが、ここでは、個々の地震現象の背景となっている、中越地域の地質の成り立ちについて、ごくかいつまんで述べたいと思います。また、中越地域の地質の理解には、この地域に特有の「堆積盆地」や、「褶曲構造」などのキーワードがありますので、その説明も加えます。

2. 中越地域とは

新潟県は、日本海の海岸線に沿って細長い形をしています。行政や天気予報などでは、新潟県を上越、中越、下越、そして佐渡の、4つの地域に区分して扱うことが多く行われています(第1図)。上・中・下、という区別は、もちろん、中世から近世にかけて日本の中心地であった京都に近い方から順に名づけられている地理区分です。余談ですが、JRの「上越線」は中越地域を通過しているので、ちょっと不思議な感じがします。「上越線」は群馬県を示す「上野^{こうづけ}」と「越後」の頭文字をとったもので、上・中・下越の区別とは関係



第1図 中越地域の地理的位置づけ。

ありません。

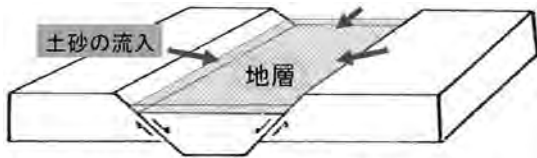
さて中越地域は一般に、西は関田山地から米山を結ぶ丘陵地を境に上越地域と区分され、東は三条市から大河津分水を結ぶ線を境に下越地域と区分されます。中越地域は、信濃川などの河川が作る平野・段丘や、その周囲の標高数100mの丘陵地、そして県境付近の高山地帯まで、多くの人々の暮らしをはぐくむ豊かで多様な地形を示す地域です。そして、この多様な地形は、たまたま最近そうなったわけではなく、数千万年間の大地の変動の歩みをよく反映したものになっています。

3. 堆積盆地をめぐる用語解説

中越地域を含む新潟県全体の地質のひとつの特徴は、その大部分が「比較的新しい時代の堆積物が多量に集積した堆積盆地をなしている」という点と、その盆地の埋積物が「過去の地殻変動の集積によって

1) 新潟大学 理学部地質科学科
〒950-2181 新潟市西区五十嵐

キーワード: 新潟, 中越, 褶曲, 断層, 新第三紀, 堆積岩, 地震



地殻変動による大規模な凹地の形成

第2図 堆積盆地の概念図.

激しく変形した地質構造をしている」という点にあります。この特徴のキーワードである、「堆積盆地」「地質構造」「活構造」を、ここでとりあげておきます。

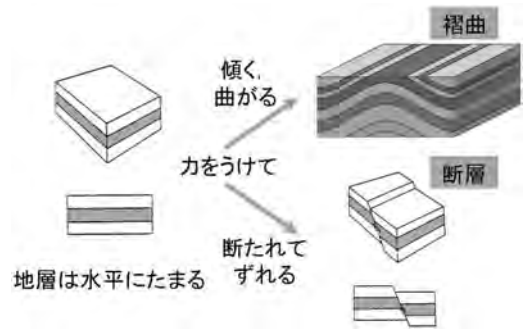
堆積盆地：地層ができるためには、砂や泥の粒子が運ばれてきて沈積するための凹地が必要です。数万年～数千万年の長い時間にわたって存在しつづけ、地層を集積する大規模な凹地のことを、堆積盆地と呼びます(第2図)。堆積盆地は通常、大陸が分裂したり衝突するような、大規模な地殻変動によって生じます。

地質構造：堆積盆地を埋積していくのは、主に堆積岩からなる地層です。地層は、それができた時はほぼ水平な層として積み重なっていきます。それらは、できた当時の水平な姿勢を保ったまま現在に至る場合もありますが、堆積後にさまざまな地殻変動を受けて傾斜したり(傾動)、折れ曲がったり(褶曲)、断たれて「ずれ」を生じたり(断層)します。このように、地殻変動の影響で変形した岩石の形態を、地質構造と呼んでいます(第3図)。褶曲や断層は、代表的な地質構造のひとつです。

活構造：地質構造のうち、現在も変形が進行していると判断されるものを「活構造」と呼びます。“現在”の定義は場合によってやや異なりますが、おおむね“現在も含めた最近の数10万年間”というふうにご理解ください。これは地質学的にはきわめて短い時間であるため、「活構造」を作るような変動の存在は、過去だけでなく将来にわたっても変形が進行し、時には地震災害に結びつく可能性を示すと考えられています。

4. 新生代の日本の変動

日本列島は、新生代のある時期までは、アジア大陸の一部をなしていました。約2,300万年前～1,500万年前ごろに激しい地殻変動が起こってアジア大陸の



第3図 地質構造の概念図.

東縁が分裂し、日本海を新たに生じつつ、列島化したのが、現在の日本列島です。この時を境として、日本をとりまく地質学的条件は大きく様変わりし、現在見られるような地形が形成される基礎が生まれました。

この時の地殻変動により、大地がおおむね引き伸ばされるような変形を受けて、現在の日本列島上には断層(正断層)とともにたくさんの大規模な凹地が生じ、それぞれが堆積盆地となって、多量の地層が堆積する場ができました。そのため、1,500万年前ごろの地層は、日本全国の至るところに見られます。

そして300万年前ごろからは別の地殻変動が急激に進行し、今度は大地が全体として圧縮されるような力を受けて、それまで形成した地層は褶曲・断層などの地質構造を生じつつ、変形しました。

以上のような新生代の変動の歴史は、日本のなかでも主として本州の東半分でよく成り立っています。中越地域の大地は、このような背景のもとで形成されてきました。そのポイントは先ほども述べたように、「日本海が形成された時期の堆積盆地の成立」と、「300万年前以降の地層の変形」との2つの大きな変動が、重複している点です。次節では、これを順次見ていきましょう。

5. 中越地域の成り立ち(1) 堆積盆地の形成と埋積

中越地域を含む新潟地域は、日本海の形成時に現在の日本列島上にできた凹地(堆積盆地)のひとつです。この時期の堆積盆地のなかでも、新潟地域の堆積盆地は、水平的な広がり(面積)も土地が凹んだ量(深さ)も抜きんでて大きく、日本最大と言って構いません。これが意味するところは、堆積盆地ができた当時の地



第4図 中越地域の堆積盆地を埋める最も古い礫岩層 (約1,500万年前). これは下越地域 (関川村) の同等の地層 (釜杭層) の露頭.



第6図 600万年前以降に各地に発達した, 厚い砂岩層を含む砂岩泥岩互層. 柏崎市西山町観音崎の椎谷層の露頭.



第5図 深い海で沈積した細粒な泥岩層 (約1,300万年前). これは下越地域 (関川村) の同等の地層 (下関層) の露頭.



第7図 堆積盆地の最終段階を示す, 礫岩層・砂岩層や垂炭層などからなる粗粒な河川成の地層 (約100万年前). 十日町市 (旧川西町) の魚沼層群の露頭.

殻変動による正断層が非常に大規模であったということ, その変動のあとで, その凹地を埋めるようにしてとても厚い地層がたまった, ということです.

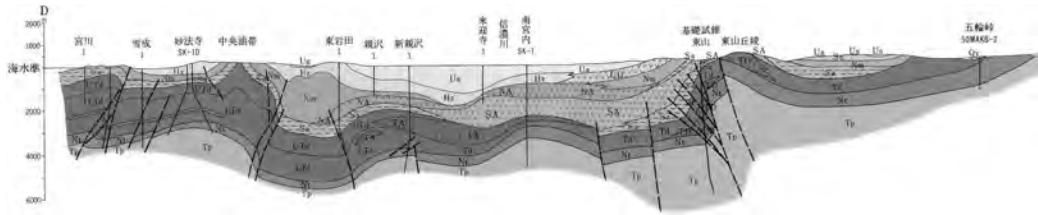
これらの地層の年齢は, およそ1,500万年前より以降ですから, 約46億年と言われる地球全体の歴史から見れば, ごく新しい時代の地層になります. 新しいということは, 柔らかい, ということと関係してきます. 以下に段階を追って, もう少し詳しく地層の重なりを見てみましょう.

2,300万年前～1,500万年前: 堆積盆地の最も底の部分の地層, つまり最も古い地層は, 大地が山地と凹地とに分かれていく過程で堆積した, 礫岩などのごく粗粒な地層と, 大地の割れ目に噴出した火

山の岩石です (第4図). この時期に, かつての大陸の多くの部分に海が入り込み, 海中に没しました.

1,500万年前～600万年前: 凹地の沈降がさらに進行し, 今度は陸地が遠のいたあとの段階の深い海の環境を示す, 細粒の泥岩が堆積します (第5図). 新潟地域の盆地は非常に長い間, このような泥岩が堆積する比較的静穏な場でした. この泥岩は石油・天然ガスの起源となる有機物も多量に含んでいます.

600万年前～200万年前: 泥岩による埋め立てが進んだ600万年前ごろからは, 周囲の陸地から砂が流れ込んで砂岩泥岩互層が頻繁に堆積するように



第8図 中越地域の地下の地層の変形の様子を示す、代表的な地質断面図。左側より右へ、柏崎市北部～長岡市～東山丘陵～魚沼市北部を通る東西方向の断面線に沿って示してある。左端のスケールは長さが8km。新潟県(2000)より引用。

になりました(第6図)。場所によってはこれらの砂岩層が石油・天然ガスの貯留層になっています。

200万年前～現在：さらに200万年前ごろには、中越地域の一部はすでに埋め立てが終わって陸となり、河川の運ぶ土砂からなる地層が形成され始めます(第7図)。その後も、浅い海と陸上の環境が交互にあらわれながらも、最終的に現在見られるような平坦な新潟平野となり、かつての堆積盆地の埋め立ては完全に終了し、先人の努力によって日本最大の米作地帯と多くの集落・都市が成立しました。

6. 中越地域の成り立ち(2) 堆積盆地の変形

前節では、地層が次第に積み重なっていく様子を記述し、新生代の比較的新しい時代の厚い地層群が中越地域の地質を特徴づけていることを述べました。中越地域の地質のもうひとつの特徴は、これらの地層が、ごく最近になって非常に強い地殻変動を受け、激しく褶曲し、また断層で断たれていることです(第8図)。

約300万年前以降、日本列島、特にその東半分が、東西方向に押されるような力を強く受け、さまざまに変形をしていることは、中越地域に限らず、広く認められている日本の地質構造形成史の特徴のひとつです。中越地域の場合、それが顕著に見られ、地層の一部は垂直に近くなったり、あるいは折りたたまれるような激しい褶曲をしたりしています。また多くの褶曲が、逆断層を伴っていることも特徴的です。中越地域特有の美しい棚田で知られる丘陵地帯は、地層の褶曲によって土地が隆起した地域に一致しています。

このような、褶曲と断層がセットで見られることの説明として、「インバージョンテクトニクス」という考え方が一般的です。詳しい説明は他所に譲るとしまし

て、短く申せば、「堆積盆地ができた時に大地を凹ませた正断層が、厚い地層をためたあとになって、押されるような圧縮性の力にตอบสนองして再活動した」結果だということです。新潟地域に厚く集積した若い時代の地層群は相対的に柔らかいため、結果的に新潟地域は押される力による変形を特に受けやすい地帯になった、とも言われています。

そして、このような褶曲や断層を作る変形作用の少なくとも一部は現在でも活動を続けており、活動の際のエネルギーを時おり地震として放出していると考えられています。

7. まとめ

本稿では、中越地域の地質の成り立ちを理解するための基本事項をおさらいし、またその成り立ちの大枠を述べてみました。ここでのポイントは、「現在起っている地震活動の根本的性質を決めるような地盤の地質学的性質は、決してごく最近の事象だけでなく、遠い過去に起こった日本海の形成とそれ以後の堆積盆地の埋積という現象と、深く関係している」ということです。これは、現代を生きる私たちの生活でさえも、1,500万年前とか2,300万年前とかいう遠い過去の地球の営みから、どこかで切り離せない関係を持っていることを教えてください。そのような視点が、地震に対する私たちの理解・感性をさらに多角的なものにしてくれるでしょう。

文 献

新潟県(2000)：20万分の1新潟県地質図2000年版。

KURITA Hiroshi (2010) : Introduction to the geology of the Chu-etsu area, Niigata Prefecture.

< 受付：2010年7月23日 >