

# 新潟県中越地震の地質学的背景

宮下純夫\*・豊島剛志\*\*・小林健太\*\*

\*新潟大学理学部・\*\*新潟大学自然科学研究科

## はじめに

2004年新潟県中越地震が発生した中越地域は、「活褶曲」という用語が誕生した地域で、日本でも有数の変動地域です。この変動帯は北側では日本海東縁変動帯へ連続し、その南西側では新潟—神戸構造帯へと連続しており、そこではマグニチュード7前後の巨大地震も数多く発生しています。なぜこのゾーンが活発な変動地域となっており、大地震が頻発するのかを、全地球的な規模の変動のなかで理解しておく事は今後の長期的対策を考える上で重要です。地球の反対側での大西洋の拡大

が、必然的に中越地震を引き起こした事を本論文では示します。中越地震の背景にはこうした地球全体の変動システムが存在しており、今後もこのゾーンの中ではいつどこで大地震が発生しても不思議ではないし、特にこの30年間くらいは活動が活発な時期に当たっている可能性を示します。

一方、中越地域には、この一連の変動帯の中でも、地震による山間地での被害が大きくなる地質的要因が存在しています。本報告では日本海沿いの中山間地に特有の地質学的背景を紹介する事によって、今回の中越地震の被害の一つの特徴、すなわち、中山間地で被害が大きくなった背景も紹介します。



図1. 日本海東縁変動帯と新潟—神戸構造帯などで発生した1800年以降の大地震の震源位置



図2. 北極からみた地球上のプレート境界. ユーラシア-北米プレート境界は北極海から大西洋中央海嶺となっており、裂ける境界となっているが、ロシア極東から日本海東縁にかけては衝突境界へと変化している。

### 1. 中越地震のグローバルな背景

日本海東縁にユーラシア-北米プレートの境界が存在している事は、1983年に小林<sup>2)</sup>、中村<sup>3)</sup>によってほぼ同時に提唱されました。この考えは、日本海の東縁付近に2つの巨大プレートの境界部が存在しており、日本海側が日本列島側へ沈み込み始めており、日本海東縁に新しい海溝が形成されつつあるという考えです。このプレート境界が発生したのは地質学的にはごく最近で、それ以前はそのプレート境界はサハリンから北海道中央部を走っていたものが、日本海東縁へジャンプしたことになります。その年に日本海中部地震が発生した事もあるが、この新しい仮説は多くの研究者によって支持されており、このプレート境界は日本海東縁変動帯と呼ばれています(平, 2002)。図1に示すように、1800年以降の大地震の震源分布をみると、この境界に沿って大地震が頻発している事、特にその南部の秋田沖から新潟県に向かって頻度が著しく高くなっている事が読み取れ

ます。最近の例では、新潟地震(1964年)、サハリン南西沖(1971年)日本海中部地震(1983年)、北海道南西沖地震(1993年)、サハリン北部地震(1995年)とマグニチュード7クラスの巨大地震が発生しているゾーンに相当しています。

日本海東縁のプレート境界では、ユーラシア-北米プレートという巨大プレートが収束(衝突)しているのですが、この2つのプレート境界はサハリン北部から北極海へと延びており、そこではこれら2つのプレート境界は大西洋中央海嶺となっています。プレート境界が一方で発散しており、それが一方では収束境界へと変化する理由は北極から眺めてみると良く分かります(図2)。日本海東縁のプレート境界は地球の反対側ではユーラシアと北米を引き裂いている境界、大西洋中央海嶺へと連続しているのです。収束境界から発散境界へと変化する場所は、ロシア極東の北端付近にあり、そこから南側では2つのプレートが衝突している境界となっています。回転極から離れるにしたがって収束速度が大きくなるので、図1で

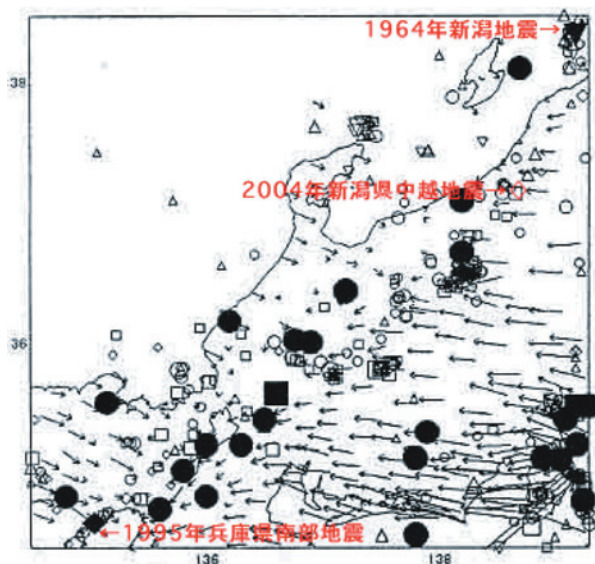


図3. 中部・近畿地方の地震活動と地殻水平変動. 黒塗りは西暦500年から1998年間の、M7.0以上、深度40km以浅の大地震. 白抜きは1960年から1998年間の、M4.5以上、深度30km以浅の地震. 矢印はユーラシアプレート安定部に対する1997年4月から1999年3月の地殻水平変動ベクトル(多田亮・鷺谷威・小田切聡子, 1999, 日本地震学会講演予稿集, に加筆).

示されているように、南側ほど大地震の発生頻度が高くなることは理にかなっているのです。なお、日本海東縁変動帯と接しているユーラシアプレートと北米プレートは、各々アムールプレートとオホーツクプレートと呼ばれる独自のプレートとする考えが最近では有力ですが、大局的な運動はどちらにしても同様です(瀬野, 2002)<sup>5)</sup>。

さて、このプレート境界が日本列島に上陸する場所やその南方への延長については、フォッサマグナ(糸魚川—静岡構造線)へとつながっているとみなされてきましたが、最近の研究ではこのプレート境界は「新潟—神戸構造帯(地震帯)と命名されている構造帯へつながるとい説が有力になってきています(多田ほか, 2003)<sup>8)</sup>。また、この構造帯に沿ってM7以上の巨大地震が多数発生していることも明らかになってきました(過去2千年間で15回)。国土地理院はGPSを用いて日本全土の変位量をモニターする体制を確立していますが、その結果、新潟—神戸構造帯の西側の地域は東へ、東側の地域は西へと移動している事が明らかになったのです。その速度は年間1-2cmにも及んでいます(図3)。

以上の事から、今回の中越地震の背景には地球規模のプレート運動があり、地球の反対側での大西洋の拡大と同じ運動が必然的にもたらしたものと

であることがわかります。中越地震を理解する上でも、グローバルな変動の中で捉える事が重要なことをこの事は示しています。

## 2. 中越地震の地質的な背景

日本列島が現在の形に近い姿になったのは、今から2千万年前前後に、ユーラシア大陸の北東縁辺部に裂開が発生し、その北側のブロック(今の東北日本—北海道)は反時計回りに、南側のブロック(今の西南日本)は時計回りに回転して、日本海が形成された一大事変によっていることは、今では地質学者の間では広く受け入れられています。この日本海形成後もその名残ともいえる変動が日本列島の日本海沿岸では引き続いて生じ、多数のリフト性の堆積盆が次々と形成されていきました(鈴木, 1989<sup>6)</sup>, 2005<sup>7)</sup>)。これらの堆積盆は数メートルにも及ぶ厚い砂や泥層によって埋積されていきましたが、今から200-300万年くらいから、それまで東西方向に引っ張られていた東北日本から北海道西部は一転して東西方向へ圧縮する場へと変換したのです(鈴木, 2005)。この圧縮運動により、厚く埋積されていた軟弱な地層が褶曲して隆起し始めます。こうした地質年代の極めて若い軟弱な地層が、圧縮方向に垂直な方向、すなわち南北方向に延びる褶曲軸を持つ背斜・向斜構造を形成して、今回の中越地震の中山間地に広く分布しているのです。したがって、新潟県は、とりわけ中越地域は日本でも有数の地回り地帯として知られていたのです。

東西方向の引っ張りから東西圧縮への劇的な変化は、前節で紹介した日本海変動帯の開始によっており、それまで北海道中央部を縦断していたプレート境界が現在の位置へジャンプした事によってらしい(平, 2002)<sup>9)</sup>。

今回の中越地震が、中山間地の甚大な被害をもたらした要因には、中越地域が有しているこうした地質学的背景が存在していたためなのです。長期的な観点での防災対策を考える上で、対象としている地域の地質学的背景を十分に理解しておく必要があります。

## 3. 活動期に入った日本海東縁変動帯

図4には日本海東縁変動帯から新潟—神戸構造帯における1800年以降の大きな地震の発生頻度図を示してあります。既に大竹(2002)<sup>4)</sup>や石

川 (2002)<sup>1)</sup> などが指摘しているように、発生頻度が次第に短くなっている事、つまり、新潟地震 (1964 年) 以前は 15 年に 1 回前後の頻度であったものが、それ以降は実に 5 年弱に平均 1 回の大地震が発生している事がよみとれます。日本海東縁地域が活動期に入っているとの指摘は以前からなされていました。石川 (2002)<sup>1)</sup> は日本海東縁変動帯がおよそ 100 年周期で活動期と不活発な時期とが繰り返しており、現在は活動期のまっただ中にある事を指摘しています。大竹 (2002)<sup>4)</sup> は日本海東縁変動帯における巨大地震の発生頻度が次第に短くなっている事を指摘するとともに、新潟市直下付近から長野県にかけての地域に大きな空白地帯が存在する事から、その場所での地震発生に警鐘を鳴らしていました。今回の中越地震はまさしくその空白域の中心部付近で発生したもので、大竹 (2002)<sup>4)</sup> による指摘は的中したのです。

一回大きな地震が発生するとしばらくは同じ場所では地震が起きず、逆にその隣接地域では発生が励起される可能性があります。大竹 (2002)<sup>4)</sup> が指摘した空白地域の残りの部分、すなわち北部に含まれる新潟市直下や、南端部に当たる長野県側などではいつ大地震が発生しても不思議ではないのです。

### 終わりに

日本列島全体が地震の活発な時期に入っている事はまず確かだと思われまます。今回の中越地震で大変残念に感じた事は、膨大な観測機器が設置されて地震予知を試みようとしている東海地方などと比べて、日本海東縁変動帯にはその危険性が極めて高いにも関わらず、定常的なモニタリングシステムが全く構築されていないことです。巨大な経費をかけなくても、地下水位の観測など既存のシステムを有効に活用する事など、基礎研究として有益な事は沢山あります。地震予知が可能かどうかという事に関しては論争が続いていますが、その正否はともかくとして、基礎的な様々なデータを集積していく事が必要であり、かつそれが可能である事を強調したいのです。

中越地震を理解する上でグローバルな観点が大切である事を強調しました。つまり地球そのものに対する理解が重要なのです。しかし、なぜ日本海が形成されたのか？なぜ日本海東縁変動帯が開始されたのか？北海道中央部を縦断していたプレート境界がなぜジャンプしたのか？こうした基

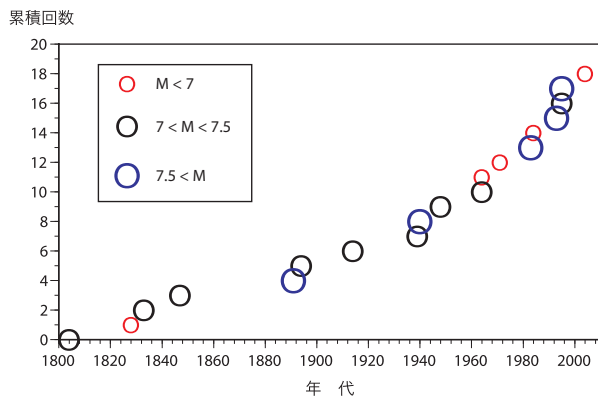


図4. 日本海東縁変動帯と新潟—神戸構造帯における1800年以降の大地震の発生頻度(累積図). 横軸は年代, 縦軸は累積発生回数.

本的な問題は実はまだ分かっていないのです。人類の長期的未来と戦略のために、地球そのものに対する理解を深める努力が必要なのです。

本報告で引用したのはなるべく一般の市民にも入手しやすい文献に限定しました。また、今回の中越地震の調査・研究に対して新潟大学より様々なご援助を頂きました。関係者に感謝いたします。

### 引用文献

- 1) 石川有三, 2002, 大竹政和・平 朝彦・太田陽子編, 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 151-165. 東京大学出版会.
- 2) 小林洋二, 1983, 月刊地球, 5, 510-518.
- 3) 中村一明, 1983, 東京大学地震研究所彙報, 58, 711-722.
- 4) 大竹政和, 2002, 大竹政和・平 朝彦・太田陽子編, 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 175-185. 東京大学出版会.
- 5) 瀬野徹三, 2002, 大竹政和・平 朝彦・太田陽子編, 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 16-26.
- 6) 鈴木宇耕, 1989, 地質学論集, 32, 143-183.
- 7) 鈴木宇耕, 2005, 宮下純夫・藤林紀枝・阿部なつ江編, 「日本海超深度掘削をめざして」シンポジウム報告書, 11-17.
- 8) 多田堯・鷺谷威・小田切聡子, 1999, 日本地震学会講演予稿集,
- 9) 平 朝彦, 2002, 大竹政和・平 朝彦・太田陽子編, 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 3-15.