

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 14 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23701029

研究課題名（和文） 傾斜量の定量化に基づいた 2004 年新潟県中越地震の震源域・活褶曲の解析

研究課題名（英文） Analysis of the epicentral area and the active fold in the 2004 Niigata Chuetsu earthquake based on the quantification of the amount of inclination change

研究代表者

金 幸隆（KIM HAENGYOONG）

東京大学・地震研究所・外来研究員

研究者番号：60378552

研究成果の概要（和文）：新潟県中越地震は、内陸の活褶曲帯・逆断層帯で発生した。同地域で、活褶曲帯の長期（0～10⁵年）傾斜変動量を定量化することを試みた。約 2000 地点の既存の地質構造の地質、走向、傾斜を GIS に入力し、その分布の頻度分布を作成した。さらに活断層や地殻変動の変位基準となる河成段丘面と現河床を判読し、GIS 上に分類図を作成した。GIS 上で、河成段丘面の傾斜の向きと量を計測した。その結果、傾斜変動量の累積性が認められ、小千谷地点と堀之内地点では、傾斜変動量が高精度に見積もられた。活断層の変位に関しては、上下変動量が議論されがちであるが、傾斜変動量は活動性評価の有効な指標の一つである。

研究成果の概要（英文）：The 2004 Niigata Chuetsu earthquake (Mw6.6) occurred with the inland active fold and reversed fault belt. This research tried quantification of the amount of inclination, in order to understand the style of the crustal movement. The geological data of about 2000 points, the geological unit, strike and the inclination, were inputted into GIS, and the frequency of the distribution over the geological unit was created. In addition, we interpreted the fluvial terrace surface and the alluvial surface from the air photographs, the classification map is created. These geologic data and geographical feature data piled-up on GIS serve as a displacement standard of an activity of the active fault or a long term of the crustal movement.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：活断層・活褶曲，中越地震，傾斜変動量，地震性変動，非地震性変動，変動地形

1. 研究開始当初の背景

層厚 6,000 m 以上の堆積層（新第三系・第四系）が堆積し、第四紀に褶曲構造が形成されている（図 2 左）。褶曲運動に伴い隆起した丘陵地帯を信濃川が流れ、河成段丘面が形成されている（図 2 右）。新期の段丘面は増傾斜・減傾斜しており、その変形様式は新第三系・第四系の褶曲構造に調和していることから、同地域の活褶曲は日本で初めて認定さ

れた [Otsuka 1942]。

2004 年新潟県中越地震は、典型的な活褶曲の変動帯で発生した大地震である（図 1）。

しかしながら、活褶曲地域で発生する大地震のサイクルの研究は不足しており、長期予測の方法も十分な蓄積はない。とくに以下の検討が必要となる。

中越地域では、地質学的な長期間（10³～10⁵年間）の地殻変動速度と測地学的な短期間

(10^2 年間)の地殻変動速度が、ほぼ一致している。この事実から、震源域では非地震性の地殻変動が進行しているとされていた(図2)。しかし実際には、地震性の変動が繰り返されており、中越地震が発生した。こうした活褶曲帯では、地殻変動の要因が十分に解明されていない。活断層の有無、地殻変動の様式、地殻変動量や変動量の抽出限界の検討を実施していく必要がある。

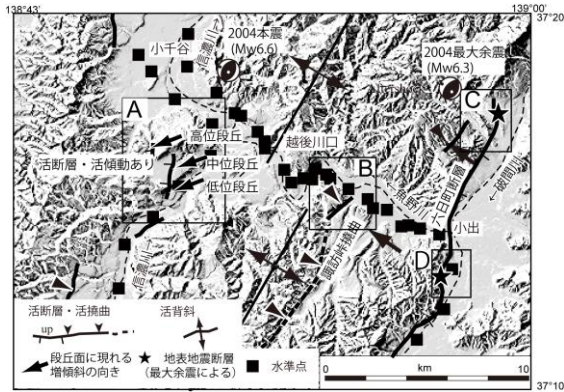


図1 中越地方、魚沼丘陵の北部に分布する活断層。A~Dは、重点的な調査地域。

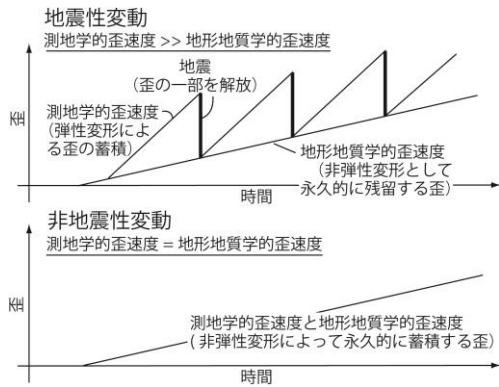


図2 地震性変動と非地震性変動の概念

2. 研究の目的

中越地震の震源域には、新第三系・第四系が層厚 4,000 m 以上分布する。これらの新生代の地層は、東西圧縮に伴う褶曲を受けている。また中越地域では、信濃川水系の河川によって形成された第四紀後期の河成段丘面が、広く分布している。の変形を明らかにする。とくに地質構造および段丘面に現れた傾斜変動量を定量化し、第四紀の地殻変動量を

解明することを目的とする。①活褶曲帯の活断層の活動性を解明するためには、地殻変動量をより精密に明らかにする必要がある。

②変動地形に現れた傾斜変動量を導出する方法を構築することを目的とする。

3. 研究の方法

従来の活断層調査で導かれてきた変位量については、縦ずれ成分(鉛直成分)と横ずれ成分の変位三成分が中心である[例えば、活断層研究会(1980, 1991)]. 本研究では、段丘面と堆積層の傾斜の量と向きの解析に基づき活褶曲の地殻変動様式を解明し、傾動量に基づき断層モデルを提示することが、本研究の最大の特徴の一つである。また長期間、短期間、地震時の地殻変動を変位量・変位速度を用いて定量的に比較するためには、各種地球科学的データを比較できる状態に規格化する必要がある。航空レーザ測量による数値標高モデルデータ(2mメッシュ)の上に、地質構造の地質、走向、傾斜の情報(約2000地点)をGISに入力し、さらに河成段丘面の分類図を作成し一つの地区に重ねた。河成段丘面の勾配を計測し、地質構造データと比較した。活断層の分布とその形状、活断層に活動に伴う地殻変動様式および傾斜変動量を抽出した。

4. 研究成果

新第三系と第四系の地質データ(柳沢・他、1986)から、北北東—南南西走向の背斜構造が中越地震の震源域に分布している。背斜軸の長さとは幅は、それぞれ約30 km および幅約10 km と計測された(図3)。背斜構造は非対象形状を呈し、東翼の傾斜が急であった。中越地震を起こした諏訪峠撓曲は、この背斜構造の東翼に分布する。諏訪峠撓曲の東方には、六日町断層が認められ、隆起側の魚沼丘陵の地質構造は西方に向かって傾斜している。

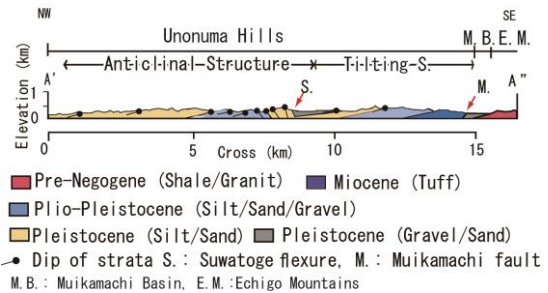


図3 魚沼丘陵の北部の地質断面図

中越地震の震源域を信濃川と魚野川が流れており、これらの河川に沿って形成時期を異にする段丘面が複数段分布している（図4右）。段丘面の比高分布からみた地殻変動（隆起量）については、吉山・柳田（1995）などの方法に基づき越後川口～小出の地域で検討されていたが、隆起量の推定誤差は大きい[金（2004）など]。地形解析から導出する地殻変動の精度・信頼性・確実性を上げるために、本研究では、震源域とその周辺域に分布する段丘面と地層（新第三系・第四系）の「傾斜」に着目し、傾斜量と傾斜の向きを広範囲に数値化することを試みた（図5）。

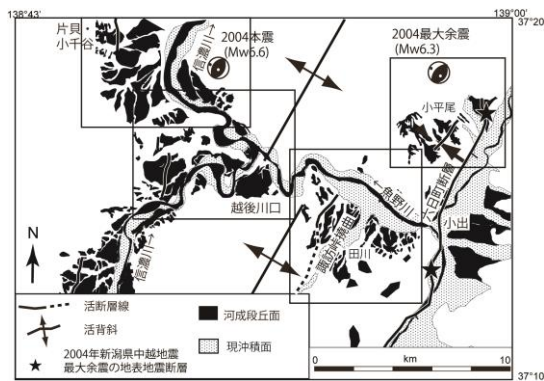


図4 魚沼丘陵北部の河成段丘面の分布
枠内は重点的調査地域。

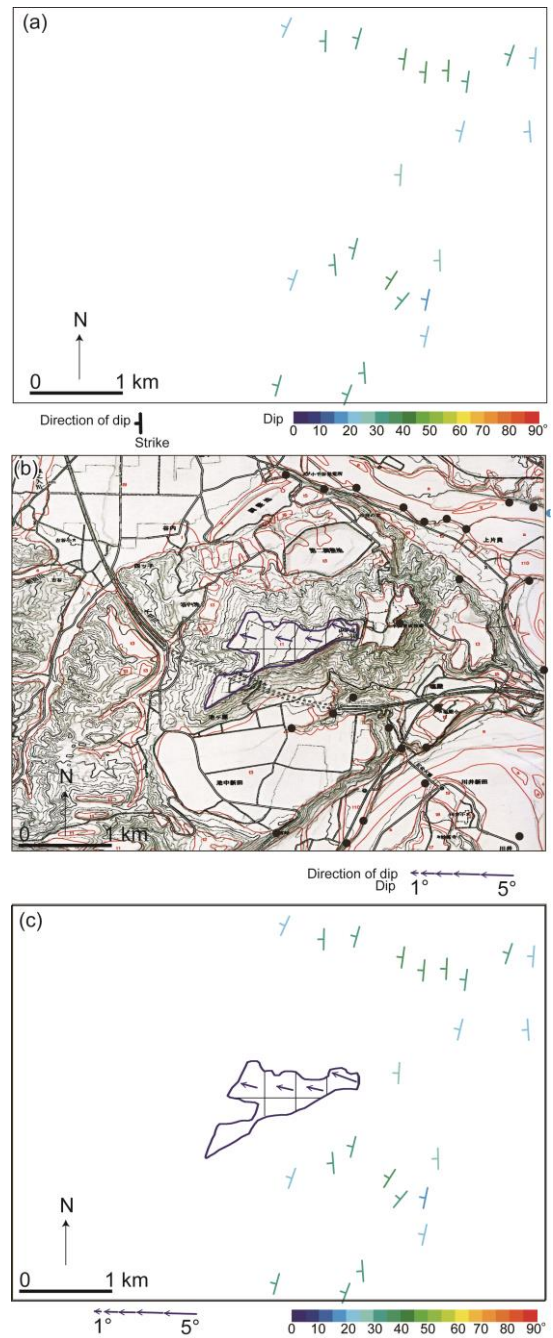


図5 山本山付近の地質構造 (a) と信濃川の段丘面の傾斜 (b) に基づく傾斜変動の累積性 (c). 比較できる場所が、限られている。山本山の T1 河成段丘面の勾配 (1.7° W～4.2° W) は、現河床のそれよりも有意に大である。

背斜軸の西翼側の山本山付近は、段丘面の変位・変形が明瞭である（図5b）。高位の段丘面は1.7～4.2°の勾配を持っている。現河床の勾配は1°未満であり、段丘面の傾斜は増している。段丘面の基盤の第四系の魚沼層も西方に傾斜している。傾斜量20°～30°であり、新期の高位段丘面の傾斜量よりも大

きい (図 5c)。中越地域の傾斜データから、地形に現れる「傾動量の累積性」について解明された。

なし

地質構造は、北北東—南南西 2004 年新潟県中越地震の震源域の活褶曲・活断層の分布と形状および活動様式が解明された (図 3)。諏訪峠撓曲沿いでは、西側隆起の小波長の褶曲変形が段丘面に現れ、諏訪峠撓曲は、活断層であることが認定される。ここでも変位の累積性が確認され、金 (2004) で指摘されていた長さ約 30 km の活断層の存在が明らかとなった。

以上の解析の結果、①北北東—南南西走向の背斜構造が新第三系と第四系の地質データに現れた。背斜軸の長さと幅は、それぞれ約 30 km および幅約 10 km と計測された。背斜構造は非対象形状を呈し、東翼の傾斜が急であった。中越地震を起こした諏訪峠撓曲は、この背斜構造の東翼に分布する (Kim and Okada, 2005)。②諏訪峠撓曲沿いと西翼の二地点で、変位の累積性が確認された。諏訪峠撓曲沿いでは、西側隆起の小波長の褶曲変形が段丘面に現れ、諏訪峠撓曲は、活断層であることが認定された。背斜軸の西翼では、段丘面に西傾斜の累積変動が確認された。③二か所以外では、検出限界のため、傾斜変動は認められなかった。以上のように、従来の地殻変動量の導出方法を再検討した結果、地殻変動の導出手法の改善とデータ精度の向上が達成できた。活褶曲帯の活断層のマッピングや活動性の評価に、傾斜変動量は有効な指標の一つである。しかし、比較できる領域は、地域的に限られる。

活褶曲帯の活断層のマッピングや活動性の評価に、傾斜変動量は有効な指標の一つであるが、傾斜変動量が明瞭に現れているのは高位段丘面であった。傾斜変動量の累積過程を、どこまで精度よく導けるのかは、今後検討していく必要がある。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金 幸隆 (KIM HAENGYOONG)

東京大学・地震研究所・外来研究員

研究者番号：60378552

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者