

2004年新潟県中越地震の変動地形学的解釈

中村 洋介*

キーワード：2004年新潟県中越地震、変動地形学、活断層、地表地震断層、造地形運動

I はじめに

2004年23日17時56分頃、新潟県中越地方の深さ13kmでM6.8の地震（新潟県中越地震）が発生した。この地震により、新潟県の川口町で震度7、小千谷市、新潟小国町で震度6強、長岡市、十日町市、栃尾市、新潟中里村、越路町、新潟三島町、堀之内町、広神村、入広瀬村、新潟川西町、刈羽村、守門村で震度6弱を、東北地方から近畿地方にかけて震度1から5強を、それぞれ観測した（気象庁、2004）。

K-NETのNIG019（小千谷）で 13.07m/s^2 が記録されるなど、震源近傍で軒並み強い地震動が観測された。ま

た、同日18時11分頃にM6.0、18時34分頃にM6.5の地震が発生し、いずれも最大震度6強を観測した。

新潟県の報告によると、この地震による被害は死者40名、負傷者2859名、全壊・半壊家屋7822棟、道路の破損6062箇所、ならびに地すべり・崖崩れ442箇所等となっている（新潟県、2004a）。

今回の地震では広い範囲で斜面崩壊や地すべりが発生した。国土交通省は2004年10月24日に撮影された空中写真を基に1662箇所の斜面崩壊を確認している。この報告によると1662箇所の斜面崩壊のうち、234箇所が崩壊幅50m以上の規模の崩壊であった（新潟県、2004b）。

この地域では、NNE-SSW 走向の逆断層が卓越して

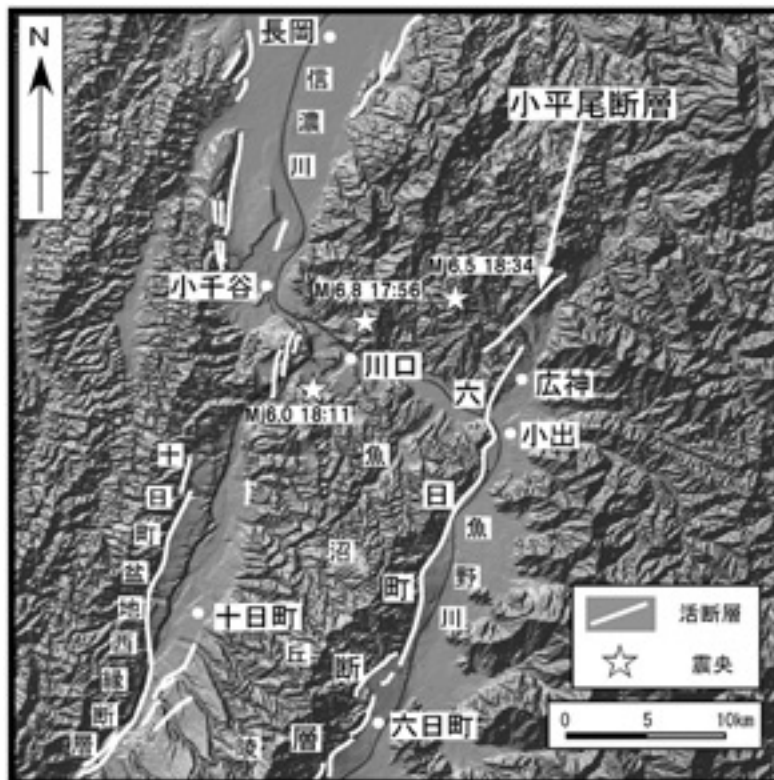


図1 新潟県中越地方の地形と活断層

50m メッシュの標高データならびに Bird's View を用いて作成

* 立正大学地球環境科学部

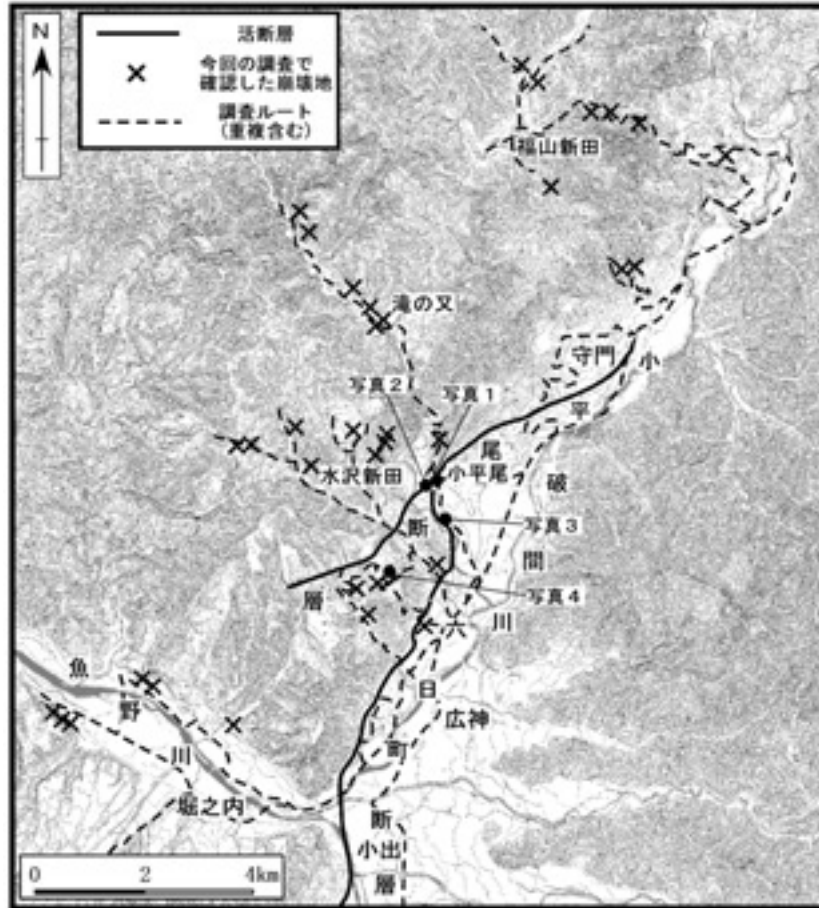


図2 2004年10月30日～31日の調査ルート
 国土地理院発行1/50000地図画像を用いて作成

いる。新潟県中越地震の本震ならびに主な余震は、いずれも NNE-SSW 走向の逆断層によって引き起こされており、本地域に分布する活断層の走向とほぼ一致する (渡辺ほか、2006)。本震の震源は魚沼丘陵下にあり、この地震活動は M6.8の地震を本震とする本震 - 余震型であると考えられている。本震は西側隆起の逆断層が動いたものであり、震源断層の地表延長部には活断層である小平尾断層の存在が指摘されている (渡辺ほか、2001)。

II 本地域の地形・地質について

新潟県中越地震の主な被災地は、信濃川とその支流である魚野川が合流する地域で、地形的には魚沼丘陵の一部である (図1)。魚沼丘陵は標高300～400mの斜面で構成された北北東から南南西方向にのびる丘陵地で、地すべりや斜面崩壊が多く認められる (黒田ほか、1968；寺川ほか、1981；藤田ほか、1981；小林ほか、1991)。

この地域の地層は主として魚沼層、和南津層、白岩層、牛ヶ首層、川口層、荒谷層と呼ばれる褶曲した新第三紀

の堆積岩から構成される (柳沢ほか、1986)。また、本地域は顕著な活褶曲地帯であり、その褶曲軸は基盤岩とほぼ連続し、褶曲変位が累積的であることを示している (小林ほか、1991)。

この地域には、十日町盆地西縁断層、六日町断層を始めとする NNE-SSW 走向の逆断層が卓越している。既に述べたように、本震は西側隆起の逆断層が動いたものであり、震源断層の地表延長部には活断層である小平尾断層の存在が指摘されている (渡辺ほか、2001；池田ほか、2002)。

III 地表地震断層の有無に関する解釈

小平尾断層は北東 - 南西走向で長さ6キロメートルに渡って広神村に分布する西側隆起の逆断層であるが (図2)、今回の地震に伴う地表地震断層の出現の有無については研究機関によって見解が分かれている。

鈴木ほか (2004) ならびに丸山ほか (2004) は、小平尾断層の地表位置である小平尾地区において水平短縮を



写真1 小平尾地区の道路の変形その1
(2004/10/30撮影)

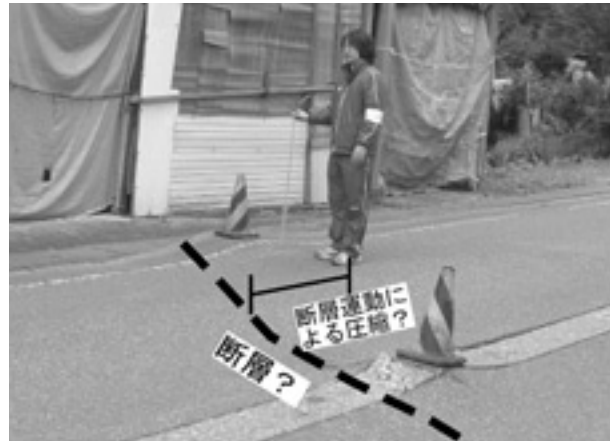


写真2 小平尾地区の道路の変形その2
(2004/10/30撮影)



写真3 小平尾地区の水田に現れた活断層 (2005/5/13撮影)

被ったと判断される排水溝の破壊や道路の撓曲変形を確認し、これらが新潟県中越地震の地表地震断層である可能性が高いとしている(写真1~写真3)。

さらに鈴木ほか(2004)は、六日町盆地西縁断層沿いの数地点においても地表面の撓曲・短縮変形を確認し、小平尾地区における地表面の変形と同様に新潟県中越地震の地表地震断層である可能性が高いとしている。

一方で、新潟大学調査団(2004)は小平尾周辺の地盤変状は規模が小さく連続性に乏しいことから地震に伴う地すべりや重力性の崩落によって引き起こされた可能性が非常に高いとして、地表地震断層の出現を否定している。

本研究においても小平尾地区において、前述の鈴木ほか(2004)ならびに丸山ほか(2004)によって地表地震断層と報告されている写真1ならびに写真2の地点で地表面の変形の調査を行った。その結果、小平尾地区において報告されている2地点の地表面の変形は地表地震断層である可能性はあるものの、その上下変位量は共に数



写真4 上原高原における段丘面の変形
(2004/10/31撮影)

センチメートル程度であるとの結論に至った。

鈴木ほか(2004)は、国道352号線上の撓曲変形の上下変位量を20センチメートルであると報告している。しかしながら、現地を確認したところ、鈴木ほか(2004)が断層の上盤の傾斜とみなして補助線を引いた傾斜変換

点は、地震発生以前から傾斜変換点として存在していたものであり、今回の地震の上下変位量を過大評価している可能性が非常に高い。

IV 新潟県中越地震は変動地形学的に予測することは可能であったか？

小平尾周辺では後期更新世に形成された河成段丘面が累積的に変形していることから、活断層としての小平尾断層の存在が指摘されてきた(渡辺ほか、2001:写真4)。この場合の小平尾断層とは、断層が数m上下変位して造地形運動を伴うM7クラス以上の地震を起こす断層として認定されたものである。

しかしながら、今回の地震では山地と平野の分化が進行するような造地形運動はほとんど行われていない。したがって、この地域に既に認められていた断層変位地形は今回の規模の地震の繰り返しのみで形成されることはない(言い換えれば、今回の規模の地震が何百回繰り返して発生しても山地と平野の分化は進行しない)。

よって、変動地形学的なアプローチからは新潟県中越地震の発生(造地形運動を伴わない規模の地震を起こすこと)を事前に予測することは不可能であったと言わざるを得ない。なお、変動地形学を専門とする研究者ですら、上述の問題に関して小平尾断層の存在を事前に指摘していたことから予測は可能であったと誤解して解釈されている文献が存在することもここに記しておく。

とはいえ、地震学的にはそれほど規模の大きくないM6クラスの地震でも、人的・社会的に甚大な被害が発生するのは周知のとおりである。したがって、2003年宮城県北部地震のように、従来の変動地形学的手法では検出しにくい、断層運動に伴う変形が地表にほとんど現れないM6クラスの中規模地震を起こす未発見の活断層の検出とその活動評価が今後の活断層研究の課題の1つである。

例えば富山県の石動断層では、更新統(埴生層)は撓曲しているものの後期更新世の地形に明瞭な変形が認められないことより、活断層とは認定されていない。

しかしながら、2003年宮城県北部地震のようにM6クラスの地震を起こすポテンシャルは十分にあると予想される。中村(2005)が指摘した地震の再来間隔や規模の時間変化という概念を考えた場合、石動断層では時代と共に地震規模が小さくなってきて、造地形運動を伴う地震を起こさなくなってきたという可能性を否定できないからである。

こういったM6クラスの中規模地震を起こす未発見の活断層の検出には、断層の背後の丘陵地の斜面崩壊の分布(特に逆断層の場合)と遺跡の調査(液状化など)などが有効であろう。特に遺跡の調査では、液状化現象が発見され周囲に活断層が特に認められない際にその原因を遠隔地の巨大地震(例えば天正地震等)に求める場合が多いが、近隣地の中規模地震(M6クラス)の可能性も検討する必要があるのではないだろうか。

小平尾断層の例でも、(1)今回の地震がたまたま造地形運動を伴わない規模で起こったのか、(2)数万年スケールで引き起こす地震の規模が小さくなってきているのか、といった問題は現段階では全く判明していない。

また、(1)の問題では、(A)今後ずっと造地形運動を伴わない地震しか起こさないのか、(B)造地形運動を伴う地震と伴わない地震が交互に(もしくはランダムに)繰り返して発生するのか、といった問題も合わせて考えていくべきである。

したがって、本研究も含めた今後の変動地形学的、地震学的ならびに古地震学的等のアプローチによるM6地震活断層の研究の進展が望まれる。

謝 辞

立正大学地球環境科学部地理学科の瀬戸真之・高田明典両氏には2004年10月の現地調査(詳細は別稿にて報告)に同行していただきました。ここに記して謝意を申し上げます。

引用文献

- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編(2002):『第四紀逆断層アトラス』。東京大学出版会、260p。
- 気象庁(2004):平成16年(2004年)新潟県中越地震の被災地及び周辺地域に関する地震・気象情報。
http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/niigata.html
- 黒田和夫・岡重文・村下敏夫(1968):土地分類 基本調査、表層地質「長岡」。国土調査、経済企画庁、31p。
- 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫(1991):長岡地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1 地質図幅)、地質調査所。
- 鈴木康弘・渡辺満久・廣内大助(2004):2004年新潟県中越地震の地表地震断層。地学雑誌、113、861-870。
- 寺川俊治・和久紀生・西田彰一(1981):新潟県東山背斜の地すべりとテクトトープ。地すべり、17、10-19。
- 中村洋介(2005)富山平野東縁、魚津断層の第四紀後期における平均上下変位速度。第四紀研究、44、353-370。
- 新潟県(2004a):平成16年新潟県中越地震に関する情報。
http://saigai.pref.niigata.jp/content/jishin/jishin_1.html

- 新潟県 (2004b) : 平成16年新潟県中越地震による被害状況について (第66報) http://saigai.pref.niigata.jp/content/jishin/higai1125_0900.pdf
- 新潟大学調査団 (2004) : 2004年新潟県中越地震, 新潟大学のページ, <http://geo.sc.niigata-u.ac.jp/earthquake/>
- 藤田至則・茅原一也・青木 滋・鈴木幸治 (1981) : 新潟県山古志村における虫亀地すべりの形態とその形成過程. 新潟大学災害研究所年報, 3, 1 - 19.
- 丸山 正・伏島祐一郎・吉岡敏和・粟田泰夫 (2004) : 平成16年 (2004年) 新潟県中越地震に伴う地震断層の緊急調査. 地質ニュース, 607, 9 - 12.
- 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤碩一 (1986) : 小千谷地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所.
- 渡辺満久・鈴木康弘・伊藤武男 (2006) : 変動地形に基づく2004年中越地震の断層モデル. 地震, 58, pp.297 - 307.
- 渡辺満久・堤 浩之・鈴木康弘・金 幸隆・佐藤尚登 (2001) : 1 : 25,000都市圏活断層図『小千谷』, 国土地理院技術資料 D・1 - No.388.

An interpretation of the 2004 Mid-Niigata Earthquake based on Tectonic Geomorphological analysis

Yosuke NAKAMURA

Faculty of Geo-environmental Science, RISSHO University

Keywords: 2004 Mid-Niigata earthquake, tectonic geomorphology, active fault, surface earthquake rupture, tectonic movement