

# 新潟県中越地震により発生した芋川流域の崩壊及び地すべりの GIS による特性解析

権田 豊<sup>1\*</sup>・登坂陽介<sup>1</sup>・田中将徳<sup>2</sup>・川邊 洋<sup>1</sup>

(平成19年1月21日受付)

## 要 約

2004年の新潟県中越地震により、信濃川水系魚野川支流の芋川流域で多発した崩壊・地すべりの特性を GIS により解析した。芋川流域で発生した崩壊・地すべりの占有面積率は、関東大震災や台湾集集地震と同様に高い値であった。崩壊は地すべりと比べて、平均的な規模は小さいが発生件数が多いため、流域全体では崩壊・地すべりの占有面積率は同程度の値であった。崩壊は30~40°の斜面で多発しているのに対し、地すべりはより勾配の緩い20~30°の斜面で多発していた。崩壊・地すべりともに砂岩・砂岩泥岩互層で多発していた。崩壊と比較すると地すべりは、地すべり地形内・外の占有面積率の差が著しく、地すべり地形内ではほとんど地すべりが発生しなかった。

新大農研報, 59:108-113, 2007

キーワード：GIS、地すべり、地すべり地形、新潟県中越地震、崩壊

2004年に発生した新潟県中越地震によって、信濃川水系魚野川支流の芋川流域では、崩壊・地すべりが多発した。地すべりの多くが地すべり地形（過去に発生した地すべりによって形成された地形）上で発生し、崩壊は急傾斜地で発生したという報告（例えば千木良，2004）や、地すべりが砂岩と泥岩互層上で多発したという報告（例えば宮城ら，2005）などがあるが、地すべりの発生履歴、地形、地質などと、崩壊および地すべりとの関係を定量的に示した事例は少ない。そこで本研究では、GIS（地理情報システム）を利用し、芋川流域内の崩壊と地すべりの特性を定量的に示すことを目的とし、崩壊・地すべりの発生規模、発生頻度と傾斜、地質、地すべりの発生履歴との関係を検討した。

## 研究対象地の概要

芋川は信濃川水系 - 魚野川の支川で、芋川流域は長岡市と小千谷市をまたぐ位置にある。流域面積は約38 km<sup>2</sup>、平均傾斜は22.6°、最大標高680 m、最低標高75 mである。流域は東山丘陵と呼ばれる過去に地すべりが多発した地域に広がる。この地域は第三紀から第四紀の堆積岩が分布し、地質は砂岩と泥岩、及び砂岩と泥岩の互層が多い（小林巖雄ら：地域地質研究報告5万分の1地質図幅 長岡の地質、通産省工業技術院地質調査所）。また、中越地震によって特に崩壊と地すべりが集中した地域といわれている。

## 解析方法について

Esri社製GISソフトウェア、ArcGISを用いて、崩壊・地すべりのポリゴンデータ、DEM（数値標高モデル）、地質データ、地すべり地形（地すべり発生履歴がある地形）のデータを様々な形で組み合わせて解析を行った。

崩壊、地すべりのポリゴンデータは、国土交通省湯沢砂防事務所提供のものを用いた。このデータは空中写真判読により作成したものであり、移動土塊（土塊表面）が乱れずに移動しているもの（発生域に残っている土塊が50%以上）を地すべり、

移動土塊（土塊表面）が乱れているもの（発生域に残っている土塊が50%未満）を崩壊と区別している。

DEMは、規模の小さい崩壊の斜面形状を調べるため、国土

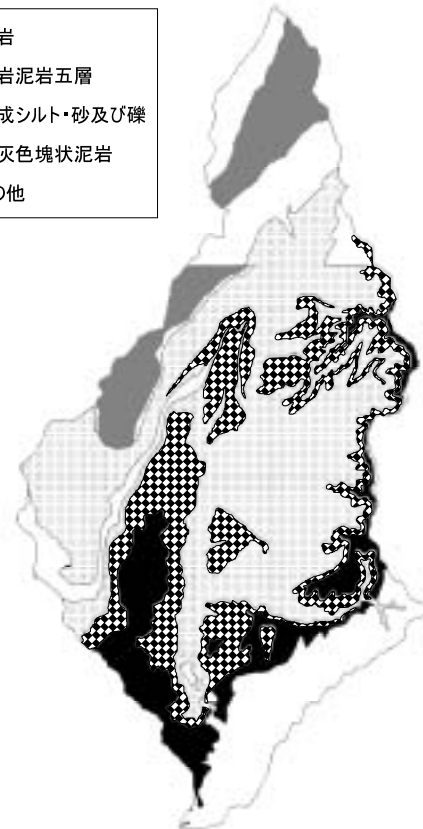
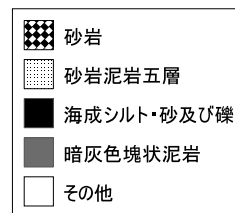


図1. 芋川流域の地質

<sup>1</sup>新潟大学農学部

<sup>2</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

\*代表著者：gonda@agr.niigata-u.ac.jp

地理院数値地図 50 m (標高) を 10 m メッシュに変換したものをを用いた。

地質データは、地質調査総合センター 5 万分の 1 地質図幅「長岡」・「小千谷」の画像データを ArcGIS に取り込み、デジタル化により作成したベクターデータを用いた。

地すべり地形のデータは、防災科学技術研究所運営の web ページ ([http://lswel.ess.bosai.go.jp/jisuberi/jisuberi\\_mini/info/nigata/nigata\\_index.html](http://lswel.ess.bosai.go.jp/jisuberi/jisuberi_mini/info/nigata/nigata_index.html)) の地すべり地形分布図データ

表 1. 芋川流域の地質

	面積 (km <sup>2</sup> )	面積率 (%)
砂岩	6.7	17.8
砂岩泥岩互層	15.6	41.6
海成シルト・砂及び礫	4.0	10.5
暗灰色塊状泥岩	3.5	9.4
その他 (10 種類)	8.2	20.7

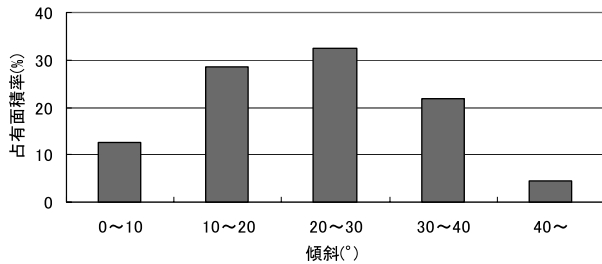


図 2. 芋川流域の傾斜の分布

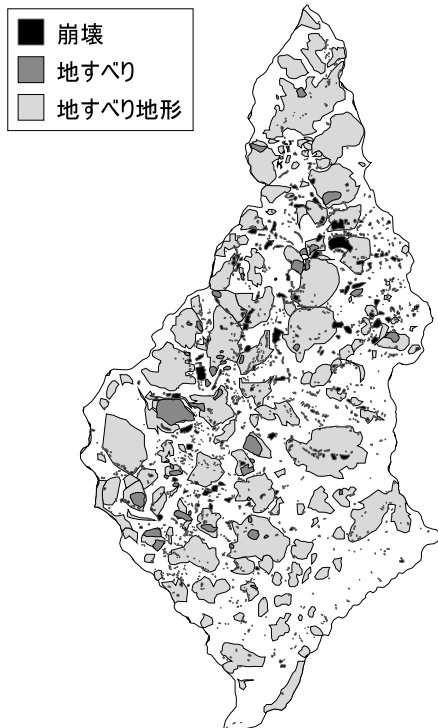


図 3. 中越地震の際に芋川流域で発生した崩壊・地すべりと地すべり地形

ベースから、ダウンロードした長岡と小千谷の地すべり地形図の画像データを ArcGIS 上に取り込み、デジタル化により作成したベクターデータを用いた。

解析結果および考察

1. 芋川流域の地形・地質・地すべり地形

流域内に分布する地質は全部で 17 種類であった。芋川流域に分布する 17 種類の地質のうち、砂質泥岩優勢砂岩砂質泥岩互層、砂質泥岩及び砂質泥岩細粒砂岩細互層、泥岩優勢砂岩泥岩互層を砂岩泥岩互層として一つにまとめ、全体を砂岩、砂岩泥岩互層、海成シルト・砂及び礫、暗灰色塊状泥岩、その他の 5 種類に分類した (図 1, 表 1)。芋川流域では、砂岩泥岩互層の分布面積が圧倒的に高いことがわかる。

芋川流域の傾斜別の占有面積率は、20 ~ 30° が最大で、40° 以上の急傾斜地は全体の 4.5% と少ない (図 2)。芋川流域内には地すべり地形が広く分布し、流域面積に占める割合が 38.2% で

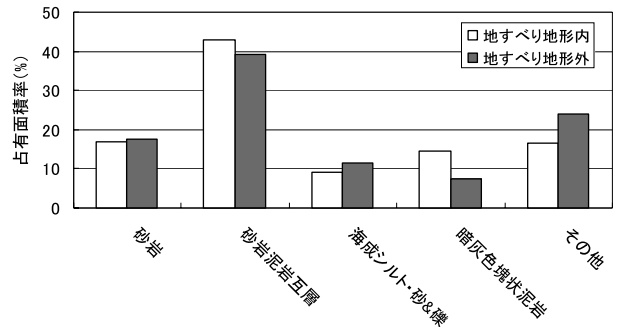


図 4. 地すべり地形内・外の地質の占有面積率

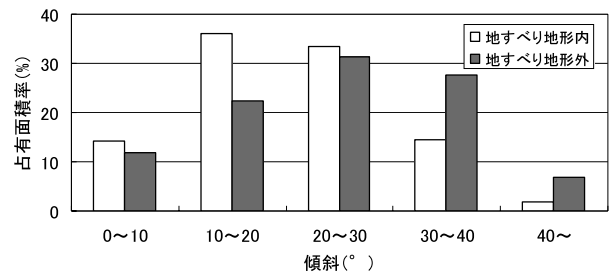


図 5. 地すべり地形内・外の傾斜の占有面積率

表 2. 芋川流域で発生した崩壊・地すべり

	崩壊	地すべり
発生件数 (件)	1,410	47
最大面積 (m <sup>2</sup> )	67,815	196,564
最小面積 (m <sup>2</sup> )	28	1,067
平均面積 (m <sup>2</sup> )	1,039	17,823
総面積 (m <sup>2</sup> )	1,465,077	837,698
面積率 (%)	3.9	2.2

あった(図3)。地すべり地形内と地すべり地形外を比較した場合、各地質の占有面積率はほぼ同一であった(図4)。また、地すべり地形外の傾斜別の占有面積率は、20～30°が最大であるのに対し、地すべり地形内では10～20°が最大であり、地すべり地形外よりも傾斜が緩い傾向があった(図5)。

2. 芋川流域で起きた崩壊・地すべりの面積と件数及び発生面積率

芋川流域で発生した崩壊・地すべりの発生件数、最大面積、最小面積、平均面積、総面積、占有面積率を表2に示す。崩壊と地すべりを比較した場合、崩壊は地すべりと比べて平均面積は小さいが、発生件数が圧倒的に大きいため、崩壊の総面積は地すべりの約1.7倍となっている。

過去に発生した地震による崩壊・地すべりの占有面積率を参照すると、台湾集集地震(1999)では7.0%、兵庫県南部地震(1995)では0.2%、新潟地震(1964)では0.2%、関東大震災(1924)では7.0%となっている(表3)。芋川流域の崩壊・地すべりの

占有面積率を合計すると占有面積率は6.1%となる。それぞれ地震で、崩壊・地すべりの占有面積率を算出した対象領域の面積が異なるため単純に比較することはできないが、中越地震にともなって発生した崩壊・地すべりの占有面積率は、関東大震災や台湾集集地震と同じように高い値であるといえる。

3. 崩壊・地すべりの規模と地質の関係

崩壊と地すべりの規模を0～500㎡、500～1,000㎡、1,000～2,000㎡、2,000～4,000㎡、4,000～8,000㎡、8,000～16,000㎡、16,000～32,000㎡、32,000㎡～の8つの階級に区分し、各階級の崩壊・地すべりの発生件数を求めた。さらに各階級で地質別の発生件数の割合を求めた(図6～9)。

崩壊では、0～500㎡の発生件数が最も多いのに対し、地すべりでは、2,000㎡以上の発生件数が多いことがわかる。また崩壊・地すべりともに、各階級で砂岩・砂岩泥岩互層での発生件数が60%以上を占めていることがわかる。

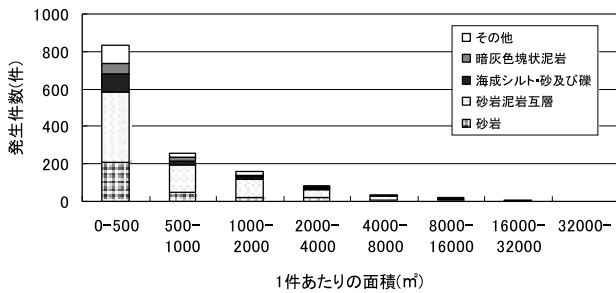


図6. 規模別に見た崩壊の発生件数

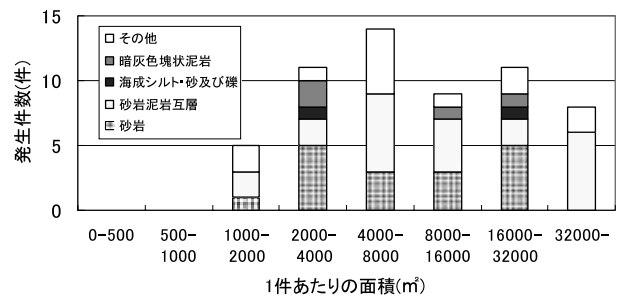


図8. 規模別に見た地すべりの発生件数

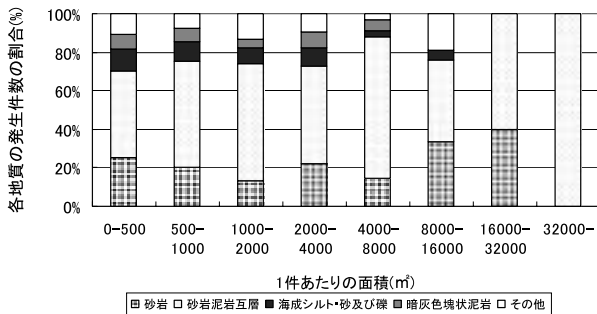


図7. 規模別に見た崩壊の発生件数に占める各地質の割合

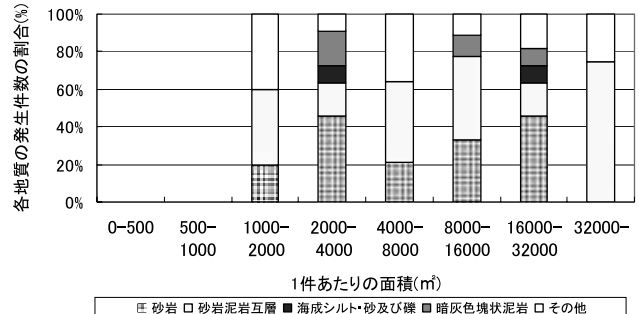


図9. 規模別に見た地すべりの発生件数に占める各地質の割合

表3. 過去に発生した地震の際に発生した崩壊・地すべりの占有面積率

	崩壊・地すべりの占有面積率(%)	判読対象面積(km <sup>2</sup> )	参考文献	備考
台湾集集地震(1999)	7.0	690	林ほか(2002)	地震後の台風による崩壊を含む
兵庫県南部地震(1995)	0.2	140	建設省資料	
新潟地震(1964)	0.2	151	大村ほか(1980)	
関東大震災(1924)	7.0	86	自然災害科学総合研究班(1982)	地震後の降雨による崩壊を含む

4. 崩壊・地すべりの占有面積率と傾斜・地質の関係

芋川流域を傾斜別に0～10°、10～20°、20～30°、30～40°、40°～の8つの領域に区分し、領域毎に崩壊・地すべりの占有面積率（傾斜別占有面積率）を求めた（図10, 11）。崩壊で傾斜が急になるほど占有面積率が高くなり30～40°でピークとなるのに対し、地すべりは20～30°で占有面積率がピークとなっている。一般的に言われているように、地すべりは崩壊と比較して緩斜面で発生していることがわかる。

地質が崩壊・地すべりの発生に与える影響を検討するために、上述した傾斜別の8つの領域を、さらに地質別に区分し、領域毎に崩壊・地すべりの占有面積率（地質別傾斜別占有面積率）を求めた（図12, 13）。

崩壊では、地質によらず30°以上の領域で占有面積率が高い傾向があるが、地質により占有面積率の値が大きく異なっている。特に30°～の砂岩泥岩互層や10～20°、30～40°の砂岩の領域では、占有面積率が10%を超える高い値を示している。

地すべりでは、20°～30°の砂岩と砂岩泥岩互層での占有面積率が高い。また全体的に見ても、他の地質と比較すると砂岩と砂岩・泥岩互層での占有面積率が高い値を示している。

これらの結果は、地質によって崩壊・地すべりの発生しやすさが異なっており、砂岩と砂岩・泥岩互層では、崩壊・地すべりが発生しやすいことを示唆していると考えられる。

5. 崩壊・地すべりの占有面積率と地すべり地形の関係

表4に地すべり地形内、地すべり地形外それぞれの崩壊・地すべりの占有面積率

表4. 地すべり地形内・外での崩壊・地すべりの占有面積率

	崩壊	地すべり	合計
地すべり地形内	4.9%	5.5%	10.4%
地すべり地形外	3.2%	0.2%	3.4%
芋川流域全体	3.9%	2.2%	6.1%

すべりの占有面積率を示す。

崩壊の占有面積率は、地すべり地形内で4.9%であるのに対し、地すべり地形外では3.2%とやや小さな値をとっている。一方、地すべりの占有面積率は、地すべり地形内では5.5%と崩壊と同程度の値をとっているのに対し、地すべり地形外では、0.2%と著しく小さな値をとっており、地すべり地形外では地すべりがほとんど発生しなかったことがわかる。地すべり地形とは過去に地すべりが発生したことにより形成された地形であることを考慮すると、この結果は、崩壊と比べて地すべりの発生が、地すべりが過去に発生した履歴の有無に強く支配されており、地すべりの発生履歴が無い場所では地震時に地すべりが発生しにくいことを示唆していると思われる。

まとめ

本研究ではGISを利用し、新潟県中越地震により芋川流域内で発生した崩壊と地すべりの特性を定量的に示すことを目的とし、崩壊・地すべりの発生規模、発生頻度と傾斜、地質、地すべりの発生履歴の関係を検討した。その結果、以下のことがわかった。

- ・芋川流域で発生した崩壊・地すべりの占有面積率は、関東大震災や台湾集集地震の際と同じように高い値であった。
- ・崩壊は地すべりと比較し平均的な発生規模が小さいが、発生件数が多いため、流域全体では崩壊・地すべりともに同程度の占有面積率であった。
- ・崩壊は30～40°の斜面で多発したのに対し、地すべりはより勾配の小さな20～30°の斜面で多発した。
- ・崩壊・地すべりともに砂岩・砂岩泥岩互層で多発した。
- ・崩壊と比較すると地すべりは、地すべり地形内・外の占有面積率の差が著しく、地すべり地形内ではほとんど地すべりが発生しなかった。

今回は中越地震における芋川流域の崩壊・地すべりと地質、傾斜の関係を抽出するに留まったが、今後はそれらの関係を総

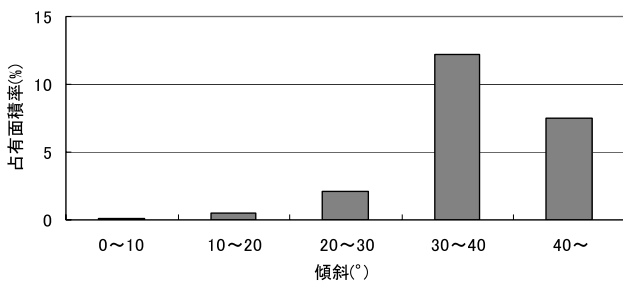


図10. 傾斜別に見た崩壊の占有面積率

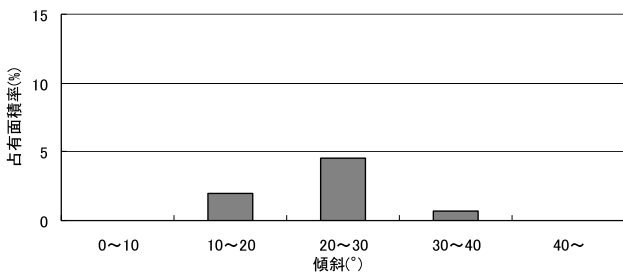


図11. 傾斜別に見た地すべりの占有面積率

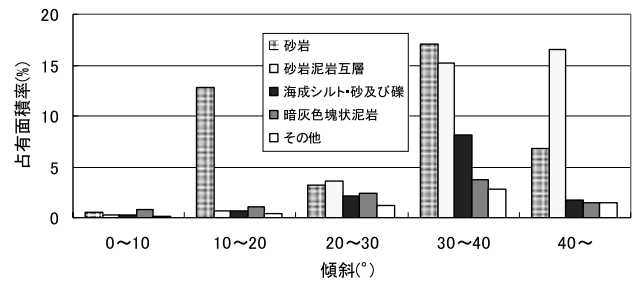


図12. 地質別傾斜別に見た崩壊の占有面積率

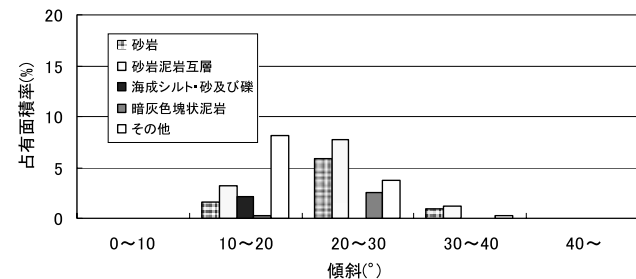


図13. 地質別傾斜別に見た地すべりの占有面積率

合して解析することにより、崩壊・地すべりの特性を導きだしていきたい。

#### 引用文献

千木良雅弘．2005．2004年新潟県中越地震による斜面災害の地

質・地形的特徴．*応用地質*，46：115-124．

宮城豊彦・千葉則行．2004．2004新潟県中越地震による斜面災害と土地条件．平成16年新潟県中越地震災害被害報告会講演集（日本地すべり学会・日本応用地質学会共催）24-25．

## Characteristics Analysis of Landslides and Slope Failure in the Imo River Basin Induced by the Mid Niigata Earthquake using GIS

Yutaka GONDA<sup>1\*</sup>, Yosuke TOSAKA<sup>1</sup>, Masanori TANAKA<sup>2</sup> and Hiroshi KAWABE<sup>1</sup>

(Received January 21, 2007)

### Summary

The Mid Niigata Prefecture Earthquake on October 23, 2004 caused much landslides and slope failures in the Chuetsu region of Niigata prefecture, particularly in the river basin of the Imo river, a tributary of the Uono river, which is itself a part of Shinano river system. Characteristics of landslides and slope failure caused by the earthquake were analyzed using GIS. Rate of slope failure or landslide by area in the Imo river basin is as high as that by 1923 Kanto earthquake and 1999 Taiwan Chi-Chi earthquake. Number and total area of slope failures are greater than those of landslides. However, average area size of landslide is greater than that of slope failure. Slope failures were most common at slope inclinations in the range 30° -Landslides were most common at slope inclinations in the range 20° -30° . Rate of slope failure and landslide was higher in sandstone region and alternation of sandstone and mudstone region. Rate of slope failure and landslide inside landslide configuration was greater than outside landslide configuration. Especially, difference of landslide rate between inside and outside landslide configuration was great.

*Bull.Facul.Agric.Niigata Univ., 59:108-113, 2007*

**Key words** : GIS, landslide, landslide configuration, Mid Niigata Prefecture Earthquake, slope failure

---

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, Niigata University

<sup>2</sup> Graduate School of Science and Technology, Niigata University

\*Corresponding author : gonda@agr.niigata-u.ac.jp