

## 中越地震で発生した崩壊および地すべりの森林 GIS を用いた特性分析

新潟大学大学院 自然科学研究科 ○田中将徳

新潟大学農学部 権田 豊, 川邊 洋

### 1. はじめに

わが国は地質が脆弱で国土の 7 割を急峻な山地が占めるため、地震や豪雨時に土砂災害による被害が頻発する。そのため、過去の事例を研究し、今後発生する災害を事前に予測することは、将来の防災対策にとって重要である。

2004 年 10 月 23 日に発生した新潟県中越地震により、震央域である東山丘陵や魚沼丘陵で多くの山地災害が集中的に発生した。この地域は地すべり多発地帯として知られており、本地震は地すべり地帯で直下型の地震が引き起こす斜面災害についての科学的なデータを与えることになった。

権田ら(2007)は、従来、崩壊・地すべりが特に多発した芋川流域を対象に、地形、地質等の様々な因子と、崩壊・地すべりの占有面積率との関係を、GIS をもちいて検討を行い、以下のことを明らかにした。

- 1) 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° の斜面で多発した。
- 2) 崩壊・地すべりとも、砂岩・砂岩泥岩互層で多発した。
- 3) 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。

この研究により崩壊・地すべりの発生に大きな影響を与える因子が明らかになったものの、各因子が単独で与える影響の大きさについては検討されていない。また、崩壊・地すべりの発生に少なからず影響を与えると思われる植生や土地利用の影響については検討されていない。

そこで本研究ではまず、植生を新たな因子として加え、崩壊・地すべりの占有面積率と植生の関係を、GIS を用いて検討した。さらに、数量化理論Ⅱ類を用い、解析に用いた因子の順位付けを行い、各因子が崩壊・地すべりの発生に与える影響の大きさを明らかにした。また、数量化理論Ⅱ類によって得られるカテゴリスコアを用い崩壊・地すべり危険度ランク図を作成し、その結果について考察した。

### 2. 研究対象地

芋川流域は長岡市と小千谷市をまたぐ位置にある。芋川は信濃川水系 - 魚野川の支川であり、魚野川が信濃川に合流する地点の上流約 7.3km において魚野川に合流している。流域面積は約 38km<sup>2</sup>、平均傾斜は 22.6°、最大標高 680m、最低標高 75m である。本流域は東山丘陵と呼ばれる従来、地すべりが多発している地域に広がり、中越地震によって崩壊と地すべりが多発した。

### 3. 使用データ

解析に用いたデータは①国土交通省湯沢砂防事務所より提供していただいた中越地震時に発生した崩壊・地すべりのポリゴンデータ、②新潟県農林水産部治山課より提供していただいた、新潟県森林 GIS 上の森林計画図(縮尺 5 千分の 1)と森林簿のデータ、③地質調査総合センター 5 万分の 1 地質図幅「長岡」・「小千谷」、④(独)防災科学技術研究所防災システム研究センター 地すべり地形分布図データベース([http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/jisuberi/jisuberi\\_mini/index.asp](http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/jisuberi/jisuberi_mini/index.asp))よりダウンロードした地すべり地形分布図、⑤北海道地図株式会社が販売する 10m メッシュのデジタル標高データ (DEM) である。

### 4. 方法

#### 4.1 データの作成

地すべり地形分布図から作成した地すべり履歴ポリゴン、森林計画図から作成した植生ポリゴン、地質図から作成した地質ポリゴンは、DEM の大きさに合わせたラスターデータに変換して解析に使用した。また、本研究で解析に用いた各種環境因子(斜面傾斜角、斜面傾斜方向等)は 10m メッシュの DEM より作成した。

#### 4.3 数量化理論Ⅱ類

数量化理論Ⅱ類による解析を効率的に行うために、連続データである各種環境因子をカテゴリ分けした。

複数のレイヤーに含まれるデータを重ね合わせて比較するために、ポイント型のデータを DEM のメッシュの中心に作成し、さらに約 60m 間隔で抜き出し、ポイントの位置の各環境因子の情報を取得した。各ポイントの位置で崩壊・地すべりが発生しているか否かを目的変数とし、各環境因子のカテゴリを説明変数として、数量化理論Ⅱ類により解析し、カテゴリスコアを得た。セルごとにカテゴリスコアを加算し、崩壊・地すべり危険度ランク図を作成した。

### 5. 結果と考察

#### 5.1 芋川流域の植生について

芋川流域内の植生の占有面積率は、広葉樹 42.3%、針葉樹(主にスギ) 10.7%、草生地 16.3%、その他(森林簿のデータの無い場所。主に田畑、養鯉池、河川等) 30.7%であった。広葉樹・草生地は 20~40 度の傾斜地で多いのに対し、針葉樹は 10~30 度、その他は 20 度未満の緩傾斜地に多かった。地質により植生の分布が顕著に偏ることはなかった。針葉

樹・草生地の占有面積率については地すべり地形内・外で差はなかったが、広葉樹、その他については、地すべり地形外では、広葉樹>その他であるのに対し、地すべり地形内では、その他>広葉樹と大小関係が逆転した。

## 5.2 植生と崩壊・地すべりの関係

各林相における崩壊の占有面積率は、草生地が 7.8%と、針葉樹・広葉樹 (3.6%)、その他 (2.2%) と比較して著しく高かった。地すべりの占有面積率については、その他(田畑、養鰐池、河川等)が 3.3%と、草生地 (2.4%)、針葉樹 (1.8%)、広葉樹 (1.5%) と比べて高かった (図. 1)。

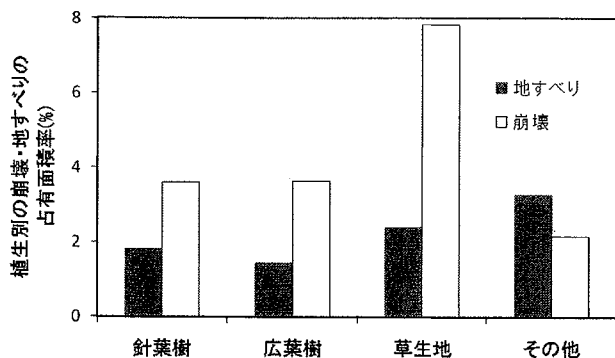


図. 1 植生別の崩壊・地すべり占有面積率

## 5.3 数量化理論Ⅱ類による解析結果について

各因子の崩壊への寄与度を表すレンジ (=カテゴリスコアの範囲) から判断すると、傾斜角度(レンジ 2.6229)、植生(レンジ 0.9689)、地質(レンジ 0.7468) の順に重要な因子であることがわかった。断面曲率(レンジ 0.0317)、地すべり履歴(レンジ 0.0840)は重要でない因子であることがわかった。また、カテゴリスコアから、傾斜角度は大きくなるほど崩

壊が発生しやすい、草生地で崩壊が発生しやすい、針葉樹・広葉樹で崩壊が発生しにくい、砂岩泥岩互層・砂岩層では崩壊が発生しやすいことがわかる (表. 1)。

各因子の地すべりへの寄与度を表すレンジから判断すると、地すべり履歴(レンジ 1.3882)、傾斜方向(レンジ 1.2411)、地質(レンジ 0.9918)の順に重要な因子であることがわかった。また、カテゴリスコアから、地すべり地形内では地すべりが発生しやすい、地すべり地形外では地すべりが発生しにくい、傾斜が南東～東方向 では地すべりが発生しやすい、北～北西方向では地すべりが発生しにくい、砂岩泥岩互層・砂岩で崩壊が発生しやすいことがわかる (表. 2)。

## 5.4 崩壊・地すべり危険度ランク図について

中越地震では、大規模なものから小規模なものまで、様々なサイズでの崩壊・地すべりが発生した。今回は微地形が崩壊・地すべりに与える影響を把握するために、10m メッシュの DEM を使った。その結果、今回作成した数量化理論Ⅱ類による崩壊・地すべり危険度ランク図により、崩壊の分布は概ね予測できたと言えるが、地すべりの分布の予測はあまり上手くいかなかった。これは、崩壊のサイズが DEM のメッシュサイズと同程度であったのに対し、地すべりのサイズが DEM のメッシュサイズより著しく大きく、地すべりと同スケールの地形の凹凸の影響を予測に組み込むことができなかったためと思われる。

## 参考文献

権田豊, 登坂陽介, 田中将徳, 川邊洋(2007): 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, 新潟大学農学部報告, 118-113

表. 1 数量化Ⅱ類による崩壊に関する解析結果

| 項目名    | カテゴリ名      | n    | カテゴリスコア |
|--------|------------|------|---------|
| 植生     | 針葉樹        | 1031 | -0.3100 |
|        | 広葉樹        | 4243 | -0.1335 |
|        | 草生地        | 1617 | 0.6589  |
|        | その他        | 3071 | -0.0584 |
|        | その他        | 3071 | -0.0584 |
| 地質     | 暗灰色塊状泥岩    | 919  | -0.2425 |
|        | 海成シルト・砂及び礫 | 1061 | -0.1417 |
|        | 砂岩         | 1768 | 0.1226  |
|        | 砂岩泥岩互層     | 4054 | 0.2846  |
|        | その他        | 2160 | -0.4620 |
| 地すべり履歴 | 地すべり地形     | 3774 | -0.0521 |
|        | 非地すべり地形    | 6188 | 0.0319  |
| 標高     | ～200       | 2577 | -0.2773 |
|        | 200～300    | 4192 | 0.2326  |
|        | 300～       | 3193 | -0.0815 |
|        | その他        | 945  | 1.9264  |
| 傾斜角度   | 0～10       | 1653 | -0.6965 |
|        | 10～20      | 2456 | -0.6118 |
|        | 20～30      | 2681 | 0.0270  |
|        | 30～40      | 2227 | 0.3418  |
|        | 40～        | 945  | 1.9264  |
| 傾斜方向   | 北          | 1044 | -0.2314 |
|        | 北東         | 885  | -0.4026 |
|        | 東          | 1344 | -0.0824 |
|        | 南東         | 1503 | 0.0615  |
|        | 南          | 1532 | 0.1774  |
|        | 南西         | 1342 | 0.1613  |
| 断面曲率   | ～4         | 893  | -0.2312 |
|        | 4～         | 8071 | 0.0003  |
|        | 4～         | 898  | 0.0182  |
|        | ～4         | 393  | 0.0702  |
|        | ～4         | 9156 | -0.0234 |
| 平面曲率   | ～4         | 413  | 0.4519  |
|        | ～4         | 393  | 0.0702  |
|        | ～4         | 9156 | -0.0234 |
|        | ～4         | 413  | 0.4519  |
|        | ～4         | 9156 | -0.0234 |
| 累積流量   | 0          | 2420 | -0.2010 |
|        | 0～5        | 4261 | 0.0412  |
|        | 5～25       | 1987 | -0.0349 |
|        | 25～125     | 780  | 0.0558  |
|        | 125～       | 514  | -0.2859 |
| 斜面水平長  | 0～100      | 2526 | -0.0748 |
|        | 100～200    | 4974 | 0.0681  |
|        | 200～       | 2462 | -0.2103 |
|        | その他        | 1266 | -0.0621 |
| 斜面中の位置 | 0～20       | 1432 | 0.3157  |
|        | 20～40      | 1877 | 0.0815  |
|        | 40～60      | 2370 | 0.0499  |
|        | 60～80      | 3017 | -0.2129 |
|        | 80～100     | 3017 | -0.2129 |

表. 2 数量化Ⅱ類による地すべりに関する解析結果

| 項目名    | カテゴリ名   | n    | カテゴリスコア |
|--------|---------|------|---------|
| 植生     | 針葉樹     | 1031 | -0.3225 |
|        | 広葉樹     | 4243 | -0.0847 |
|        | 草生地     | 1617 | 0.0802  |
|        | その他     | 3071 | 0.1831  |
|        | その他     | 3071 | 0.1831  |
| 地質     | 暗灰色塊状泥岩 | 919  | -0.6119 |
|        | 海成シルト   | 1061 | -0.4721 |
|        | 砂岩      | 1768 | 0.1895  |
|        | 砂岩泥岩互層  | 4054 | 0.3789  |
|        | その他     | 2160 | -0.3759 |
| 地すべり履歴 | 地すべり地形  | 3774 | 0.8623  |
|        | 非地すべり地形 | 6188 | -0.5259 |
| 標高     | ～200    | 2577 | 0.4391  |
|        | 200～300 | 4192 | -0.0110 |
|        | 300～    | 3193 | -0.3389 |
|        | その他     | 945  | -0.0680 |
| 傾斜角度   | 0～10    | 1653 | -0.3402 |
|        | 10～20   | 2456 | 0.0308  |
|        | 20～30   | 2681 | 0.0227  |
|        | 30～40   | 2227 | 0.2200  |
|        | 40～     | 945  | -0.0680 |
| 傾斜方向   | 北       | 1044 | -0.4799 |
|        | 北東      | 885  | -0.0636 |
|        | 東       | 1344 | 0.3318  |
|        | 南東      | 1503 | 0.7285  |
|        | 南       | 1532 | -0.1562 |
|        | 南西      | 1342 | -0.2283 |
| 断面曲率   | ～4      | 893  | 0.4056  |
|        | 4～      | 8071 | -0.0511 |
|        | 4～      | 898  | 0.0300  |
|        | ～4      | 393  | 0.1293  |
|        | ～4      | 9156 | -0.0031 |
| 平面曲率   | ～4      | 413  | -0.0535 |
|        | ～4      | 393  | 0.1293  |
|        | ～4      | 9156 | -0.0031 |
|        | ～4      | 413  | -0.0535 |
|        | ～4      | 9156 | -0.0031 |
| 累積流量   | 0       | 2420 | -0.0635 |
|        | 0～5     | 4261 | 0.0065  |
|        | 5～25    | 1987 | 0.1825  |
|        | 25～125  | 780  | -0.2386 |
|        | 125～    | 514  | -0.0285 |
| 斜面水平長  | 0～100   | 2526 | -0.2838 |
|        | 100～200 | 4974 | 0.0521  |
|        | 200～    | 2462 | 0.3556  |
|        | その他     | 1266 | -0.0793 |
| 斜面中の位置 | 0～20    | 1432 | -0.0571 |
|        | 20～40   | 1877 | 0.1095  |
|        | 40～60   | 2370 | 0.1709  |
|        | 60～80   | 3017 | -0.2089 |
|        | 80～100  | 3017 | -0.2089 |