

GISによる四国の地すべりの地形的特徴

Topographic Feature of the Landslide in Shikoku Japan by using GIS

山本景子*, 浅野裕史**, 高木方隆***

Keiko YAMAMOTO*, Hiroshi ASANO**, Masataka TAKAGI***

1. 背景

地すべりとは、土地の一部が地下水等に起因して地盤がすべる現象又はこれに伴って移動する現象のことである¹⁾。地すべりの発生には地形、地質、水収支が大きく作用しており、その発生メカニズムは未解明の部分が多い。また発生する地すべりの9割前後が既存の地すべりの再滑動もしくは、地すべり地の拡大によって起こるもので、地すべりは同じ斜面で繰り返し発生することが多い。

我々は四国の地すべりについて、その発生分布の解析をGISにより、傾斜や河川、地質等のデータを用いて研究を行ってきた。その解析の結果、傾斜については地すべり地は、一般の地形よりやや緩やかであるという特性はみられたが、傾斜だけでは地すべりの特徴を顕著に表すことはできなかった²⁾。また地質についても地すべりは三波川変成帯や、秩父累帯、和泉層群で発生しやすいということは解ったが、地域によって差が生じるなどの未解明な点が残った³⁾。例えば、和泉層群においては、徳島県側では多くの地すべりが発生しているが、愛媛県側では全く発生しておらず、大きな謎となっている。したがって、地質以外の他の要因を考慮する必要がある。

ところで、今までの地すべり発生分布解析では、地すべり防止区域の位置データを用いて解析を行っている。地すべり防止区域とは、「現に地すべりをしている地区または地すべりをするおそれのきわめて大きい区域と、これと隣接する区域のうち地すべり

キーワード：防災計画, GIS

*学生員 高知工科大学社会システム工学科

**非会員 高知工科大学院社会基盤工学

***正会員 農学博士 高知工科大学助教授

(〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮ノ口 185

Tel : 0887-53-1111 FAX : 0887-57-2420)

区域の地すべりを助長し、もしくは誘発し、もしくは誘発する恐れのあるきわめて大きいもので、公共の利害に密接な関連を有するもの¹⁾と指定されている。したがって実際の地すべり発生箇所だけでなく、極めて広い範囲を指しているため、地すべり発生分布の特徴を解析するうえでは、多大なノイズを含み、精密な解析は難しい。よって地すべり発生箇所を用いた解析が必要である。

2. 目的

本研究では、まず地すべり発生箇所のデータ作成を行う。四国の地すべり防止区域についてはすでにその位置がデジタル化されているが、地すべり発生箇所ではまだなされていない。よって地すべりの特徴把握のためにも地すべり発生箇所のデータを作成することは必要である。次に、デジタル標高データを用いて地形分類を行う。画像処理手法を応用し、傾斜量、凹凸、尾根・谷をそれぞれ抽出し、地形分類を行う。したがって本研究の目的は、作成した地すべり発生箇所のデータと、地形分類結果を用いて地すべり地の地形的特徴を把握することである。

3. 手法

(1) 地すべり発生箇所位置データ作成

四国に存在する約 1800 の地すべり防止区域のうち、高知県にある地すべり発生箇所 243 のデータを収集することができた。1/2500 地形図上に描かれてある地すべり発生箇所をマップデジタルズによりデータを整備した。

(2) 地形分類手法

岩橋らの提案する「標高データを用いた画像処理

手法による地形分類」⁴⁾を改良して、傾斜量、凹凸、尾根・谷を抽出し、地形分類を行った。今回使用したデータは、数値地図 50m メッシュ標高データである。岩橋らは 250m メッシュの標高データを使用していたが、今回 50m メッシュの標高データに適用したところ、尾根・谷の分類において、結果が大きく異なっていた。そこで尾根・谷の分類に平面を加えて地形分類を行った。

a) 傾斜量の分類

傾斜量は、地形分類を行う際、山地とその他の地形また丘陵地・段丘・平坦地の分離など基本的な地形の概観を示すのに最も有効である。数値地図 50m メッシュ標高データの平均傾斜を計算し、平均値以上か未満かの 2 値化画像を作成し、分類を行った。

b) 凹凸の分類

凹凸は、凹部が卓越するか、凸部が卓越するかを区別するものである。ここでは、3×3 画素の局所領域において 2 次差分型オペレータである Laplacian オペレータ(表-1)を標高データに適用した。このオペレータを使ってたたみ込み計算をすれば、隣りあう画素の差を得ることができる。通常の画像処理において Laplacian オペレータは、エッジ抽出に利用されている。したがって、この手法を標高データに適用すれば、凹部と凸部を分類することができる。3×3 のある局所領域における画素値より、たたみ込み計算結果が、+ の値となった画素を凸、それ以外を凹とする 2 値化画像が作成できる。作成された 2 値化画像は微地形のノイズを多く含むのでさらに、直径 1km(20 画素)の円形の一様重み線型フィルタ処理を行った。

表-1 Laplacian オペレータ

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

c) 尾根・谷の分類

尾根・谷の分類は、メディアンフィルタを用いた。メディアンフィルタは、中心画素の値を 3×3 の局所領域の中間値(median)に置き換えることにより異常値を除去するオペレータであり、通常の画像処理ではノイズ除去に用いられている。この手法を標高データに適用させ、出力された画像と原画像の差をとると、尾根・谷を抽出することができる。メディアンフィルタを標高データに適用すると尾根・谷などのするどいエッジの角が丸まって出力される。原画像から出力された画像を減算し、+ を尾根、- を谷、差のない画素を平面(斜面も含む)とする 3 値化画像が作成できる。次に凹凸の分類と同じように直径 1km の円形の一様重み線型フィルタ処理を行った。

以上の手法によって得た 3 つの画像から 12 個の地形分類が作成できる。12 分類をした画像と地すべり発生箇所をオーバーレイし地すべり発生箇所と地形の関係を考察する。

表-2 地形分類の内容

	傾斜量	凹凸	尾根谷平
1	緩やか	凹	谷
2	緩やか	凸	谷
3	緩やか	凹	平面
4	緩やか	凸	平面
5	緩やか	凹	尾根
6	緩やか	凸	尾根
7	急	凹	谷
8	急	凸	谷
9	急	凹	平面
10	急	凸	平面
11	急	凹	尾根
12	急	凸	尾根



図-1 地形分類と地すべり防止区域

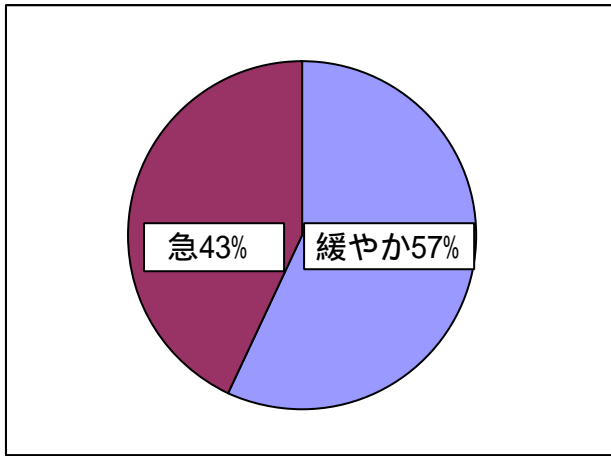


図-2 地すべり発生箇所の傾斜

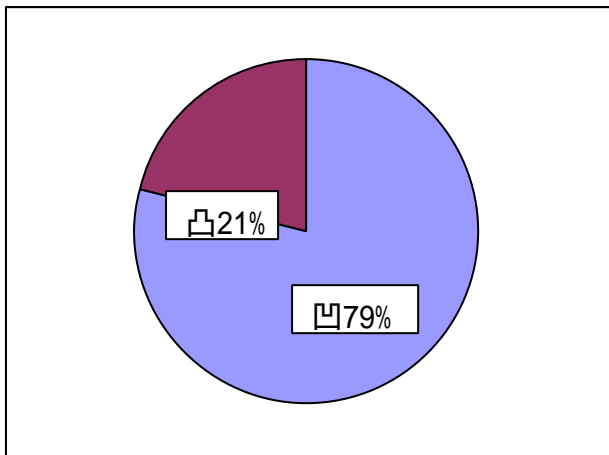


図-3 地すべり発生箇所の凹凸

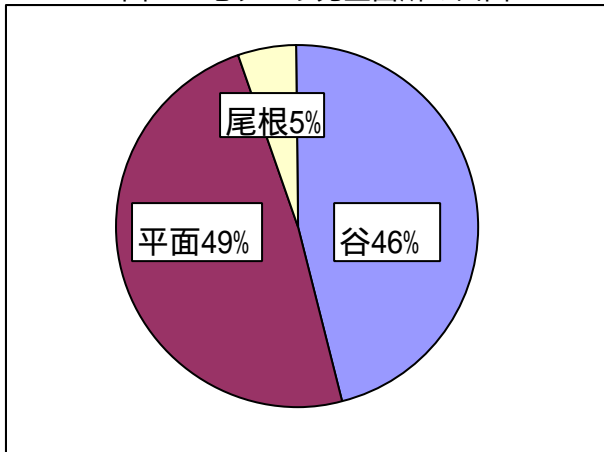


図-4 地すべり発生箇所の尾根・谷

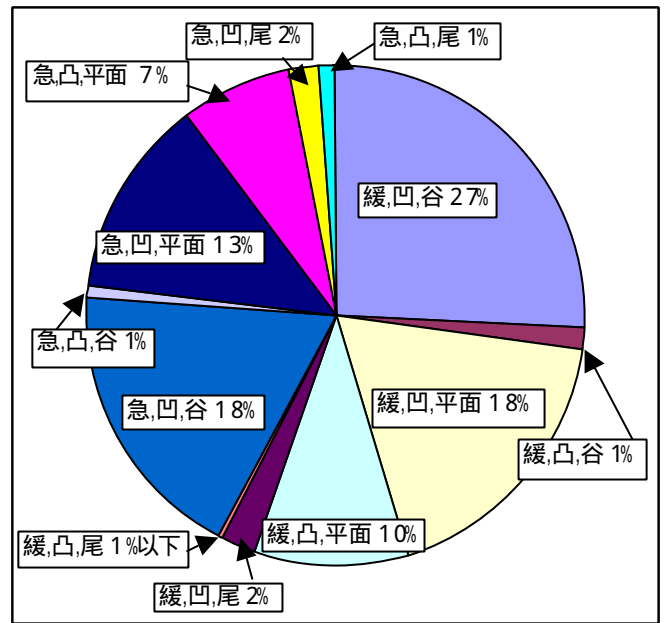


図-5 地すべり発生箇所と地形の関係

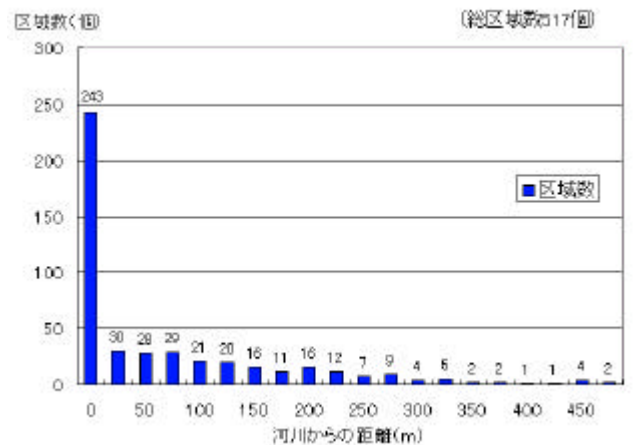


図-6 河川からの距離と地すべり防止区域の関係
[元久慎哉ほか, リモートセンシングと GIS による地すべり防止区域の土地被覆解析, 地理情報システム学会講演集論文, Vol. 9, 2000]より

4. 結果

図-1 は本手法によって作成した地形分類の画像に地すべり防止区域をプロットしたものである。先に述べたように地すべり防止区域には多大なノイズが含まれているため、地形分類の画像に地すべり発生箇所をプロットし、どの地形にどのくらいの割合で地すべりが分布しているのか調べた。まず3つの分類画像ごとに結果を述べる。

a) 傾斜量と地すべり

図-2 より地すべりは、急な傾斜で 43%、緩やかな傾斜で 57%と、緩やかな傾斜で若干発生しやすい傾向にあった。

b) 凹凸と地すべり

図-3より地すべりは凸部で21%、凹部で79%と凹部で多く発生する傾向にあった。

c) 尾根・谷と地すべり

図-4より谷は46%、平面は49%と、ほぼ同じ割合で地すべりは発生しているが、尾根では5%と地すべりはほとんど発生していないことが確認できた。

図-5は3つの分類結果から得られる12分類結果において地すべりの発生割合を示したものである。この図より最も地すべりが発生しやすいのは「緩やかで凹部で谷」の地形で27%で、次いで「緩やかで凹部で平面」「急で凹部で谷」の地形がそれぞれ18%であった。逆に地すべりが発生しない地形は「緩やかで凸で尾根」の地形で1%以下で、次いで「緩やかで凸で谷」「急で凸で谷」「急で凸で尾根」の地形がそれぞれ1%であった。したがって基本的に地すべりは凹部で発生し、凸部では発生しない傾向といえる。

5. 考察

今回の地形分類により、傾斜でいうと急な傾斜よりやや緩やかな傾斜で発生しやすいということが確認できた。また凹凸と尾根・谷でいうと地すべりは河川がない凸部や尾根では発生せず、河川や水が集まる凹部や谷に多く発生する。図-6に元久ほかの調査結果を示した。地すべり防止区域に河川を含む区域数は全体の50%近く(243/517区域)を占め、河川から離れるとその数は急激に減少している。これは河川が地すべりと深く関わっていることを表している。河川は谷に位置しているものなので、今回の結果は、それと一致した。しかし河川の定義はあいまいであり、普段は水が流れておらず、降雨時のみ川になるなどといった河川もある。したがって河川からの距離を使って解析を行うよりも、地形分類によって行った方が客観的に地すべりの特徴把握ができると考えられる。

ところで、和泉層群において地すべりは徳島県側でしか発生しない傾向にあった。地形分類結果を見ると愛媛県では徳島県に比べて、凹部や谷が少ない地形であり、このことが地すべりの発生に大きく関係していると考えられる。したがって、地すべりの

発生は、地質だけでなく地形にも大きく依存していることを確認することができた。

6. おわりに

今回の解析に使用したデータは50mメッシュであるが、地すべりの特徴を把握するうえで、50mメッシュの精度で良いのか判断することはできなかった。今後、我々のデジタルデータ取得技術⁵⁾によって10cm精度の地形データを取得し、解析を行いたい。

また我々は、これまで地質、地形、水収支それぞれと地すべりの関係を調べてきた。今後はGISの持つ空間解析機能を生かし、地質、地形、水収支と地すべりとの関係をさらに解析していくつもりである。

参考文献

- 1)地すべり等防止法, 第1章 第2,3条,(昭和33年3月31日法律第三十号)
- 2)元久慎哉ほか:リモートセンシングとGISによる地すべり防止区域の土地被覆解析, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.9, p157-160, 2000
- 3)浅野裕史ほか:GISによる地すべり分布状況の特徴把握, 全国測量技術大会2000学生フォーラム論文集, p32-34, 2000
- 4)岩橋純子,神谷泉:標高データを用いた画像処理による地形分類, 情報地質, 第6巻, 第2号 p97-108, 1995
- 5)野村努ほか:デジタル写真測量による地すべり地の3次元移動追跡への適用可能性, 日本写真測量学会平成12年度秋季学術講演会発表論文集, p287-290, 2000
- 6)武居有恒ほか:地すべり・崩壊・土石流 予測と対策, 鹿島出版会, 1980
- 7)高橋彦治ほか:建設工事における地質工学,鹿島出版会, p13-55, 1985