

P40 地すべり地形抽出のための細密 DEM による傾斜区分

国土交通省国土地理院 ○長谷川 裕 之
岡 松 香寿枝

1. はじめに

航空機搭載型レーザースキャナー(以下 ALS)は、地表面がある程度の植生に覆われていても直接地表面形状を計測することができる。筆者たちは地すべり地区においてこの特長を生かした高密度・高精度な地形データの作成を行い、等高線からの判読をした場合、従来の地形図に比べて滑落崖などの傾斜変換線や地すべり移動域にあたる平坦面をより小規模な地形まで明瞭に認識できることを既に報告している。本報告では判読により作成した地すべり微地形(平坦面、遷急線)データと地形データから求められた傾斜量を用いて統計解析を行い、数値解析による地すべり地形抽出に関する検討を行った。

2. 対象地域の概要

口坂本地すべりは安倍川水系中河内川上流部に広がる地すべりで、186ha が地すべり防止区域に指定されている。地すべり上部の主稜線と平行して笹山構造線が走っている。地質学的には中生代白亜系～新生代古第三系の堆積岩からなり、強い風化破碎作用を受けた頁岩が卓越している。同地区では豪雨時に地すべり活動が活発になることから、降雨による間隙水圧の上昇が地すべり発生の主たる要因であるとされている。

3. 使用した地形データ

ALS データ取得は 2001 年 4 月 5 日午前、および 6 日午前に行われた。対象範囲は地すべり防止地域に指定されている部分をほぼ含む 224ha とした。対地高度は 600m に設定され、進行方向、スキャン方向のデータ取得密度は共に 71cm に設定された。隣り合うコース間のオーバーラップ率は 50% に設定されている。データの抜けを少なくするため、DTM 作成は 2 回の計測飛行で得られたデータを足し合わせて行っている。またパルスの取得モードはファーストパルス、ラストパルス同時取得モードである。2 種類のパルスを用いることにより、木漏れ日が差す程度の樹冠密度であれば樹冠を通り抜けたレーザパルスを用いることにより植生があってもその下の地表面形状を直接計測することが可能である。(写真測量では樹高の推定などが必要で、植生に覆われた地表の直接計測は不可能)得られた計測データを地表面に到達したものとそれ以外のものに分離し、地表面まで到達した ALS データから kriging 法により 1m グリッド地形モデル(1mDTM)を作成した。

4. 解析手法

4.1. 地すべり地形区分データの作成

1mDTM から、1m 間隔の等高線を作成し、この等高線から地すべり地形の判読を行った。判読項目は遷急線(ライン)、谷(ライン・ポリゴン)、平坦面(ポリゴン)の 3 項目である。平坦面ポリゴンに対しては、バッファ処理を行い、境界から 1m 以内の部分を取り除いたデータ(平坦面 1m 縮小)、境界の内外 2m 以内の部分のみを取り出したデータ(平坦面 2m バッファ)の 3 種類のデータを作成した。また、遷急線ラインからは、遷急線の両側 2m, 5m に含まれる部分を取り出したポリゴンデータ 2 種類を作成し、解析に使用した。なお、判読の結果得られた平坦面の最小面積は 89m²であった。対象地区内に存在している道路や井戸などの人工物、および河床に区分される地域は地形解析時の誤差要因となるので、それらを除外するためのマスクデータも作成した。

4.2. 傾斜量データの作成

傾斜量データとして、次に示す 3 種類のデータを作成した。

1mDTM から作成した傾斜量データ(1m 傾斜データ)

1mDTM に対してスムージング処理(ArcObject Generalize の smoothing Raster 機能を利用)を 3 回行ったデータから作成した傾斜量データ(1m スムージング傾斜データ)

1mDTM を間引いて 5mDTM を作成し、傾斜を計算したデータ(5m 傾斜データ)

上記 3 種類のデータに対して 3°, 8°, 15°, 20°, 25°, 30°, 35°, 40°, 60° をしきい値として傾斜階級区分を行った。それぞれのデータから作成した濃淡図を図 1 に示す。

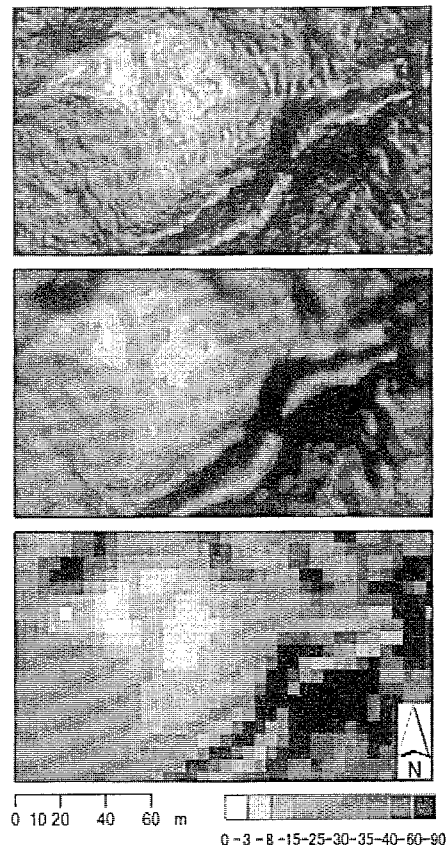


図 1. 解析に利用した傾斜量データ。(上段) 1mDTM から作成した傾斜量データ (中段)スムージング処理を行った 1mDTM から作成したデータ (下段) 5mDTM から作成し傾斜量データ

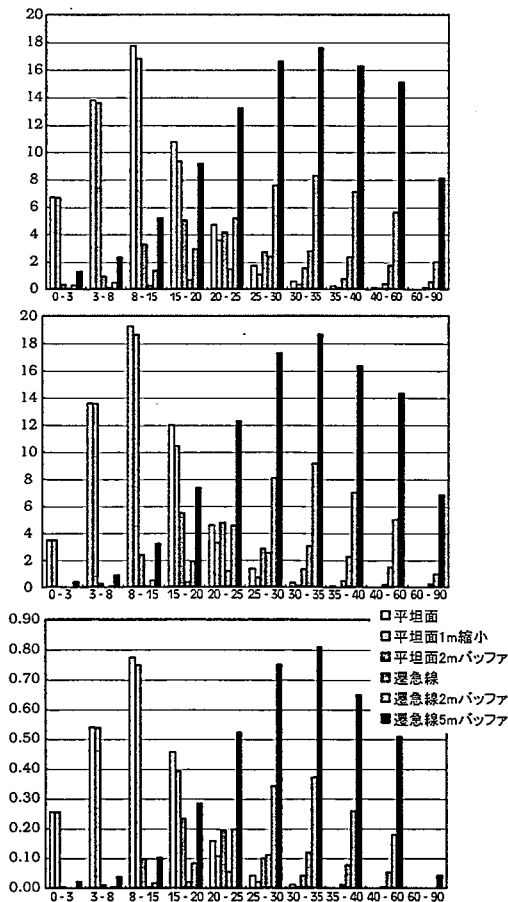


図2. 地形区分毎の傾斜分布ヒストグラム。(上段) 1m 傾斜量データ、(中段) 1m スムージング処理データ、(下段) 5m 傾斜量データ、を各々用いて傾斜分布を作成した。縦軸は傾斜区分それぞれに対して対象地域全体と当該地形区分ポリゴンの面積比(%)を表す

を見ると、図右側の平坦面のように判読結果とほぼ同じポリゴンデータが得られる部分もあるが、図左上の部分のように傾斜が緩い地域であっても目視判読によって平坦面と認識されていない部分も存在する。これは目視判読の場合は周辺との相対的な傾斜の緩急を見ているため、緩傾斜であっても一連の平坦な面と見なせな部分や、逆にやや傾斜が急であっても明瞭な傾斜変換線がなく一連と平坦面と見なしている部分があるので、単純なグリッド単位の傾斜区分より更に適当な傾斜からの地すべり地形抽出手法が必要であることを示している。

6. まとめ

ALS を利用した高精度・高密度な DTM から傾斜量データを作成し、判読によって作成した地形区分データと重ね合わせてヒストグラムを作成することで、当該地すべり地区における地形区分毎の特徴について解析を行った。その結果平坦面に関しては適当なしきい値を設定することで、目視判読結果と良く一致する地すべり地形を抽出することができた。しかし遷急線に関しては適当なしきい値を決定することができなかった。今後はグリッド毎の傾斜量だけではなく、周囲の傾斜との関係、他の地形特徴を考慮した地すべり地形抽出モデルを構築する必要があると考えられる。

4.3. 傾斜分布データの作成

上記 4.1 および 4.2 で作成したデータの重ね合わせ処理を行い、傾斜分布ヒストグラムを作成した(図2)。ヒストグラムの縦軸は、当該傾斜区分に分類された全対象地域の面積に対する当該傾斜区分に分類された各地形区分ポリゴンの面積の割合(%)を示している。

5. 解析結果

平坦面の傾斜ヒストグラムをみると、いずれの傾斜量データを用いた場合でも、 $8^{\circ} \sim 15^{\circ}$ の区間で最も度数が高くなり、傾斜が急になるにつれて度数は急激に減少していく。また平坦面と分類されたグリッドの傾斜の中央値は約 14° となった。一方平坦面 2m バッファの傾斜ヒストグラムを見ると、 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の区間で最も度数が高くなるが、平坦面のヒストグラムと比べて各区分毎の度数の違いが小さい。これは地形境界の判読が平坦な部分とその外側の急傾斜部との傾斜の違いが小さい場合の位置決定の曖昧さなどに起因していると考えられる。平坦面と平坦面 2m バッファのヒストグラム度数分布の双方を考慮すると、傾斜量から平坦面を抽出する場合、平坦面の度数がピーク部となり、かつ平坦面境界部の大部分は含まれない 15° が平坦面抽出のしきい値として最適であると考えられる。

一方遷急線の傾斜ヒストグラムを見ると、最も度数が高いのは $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ であるが、傾斜区分毎の度数の違いは小さい。また対象地域全体での傾斜分布の中央値が 30° であり、遷急線の度数がピークになる傾斜区分と同じになってしまう。したがって傾斜量のみを用いて遷急線を抽出する明瞭なしきい値を設定することは困難であると考えられる。

上記の解析結果に基づいて傾斜が 15° 以下の部分を平坦な面として傾斜量データの再分類をして、スムージング処理を 12 回繰り返して行った。その結果得られたラスターデータに対してベクトル変換を行ってポリゴンデータを得た。得られたポリゴンの面積を計算し、目視判読により得られた平坦面の面積を考慮して、 100 m^2 以上の面積を持つポリゴンのみを平坦面として抽出した(図3)。

この

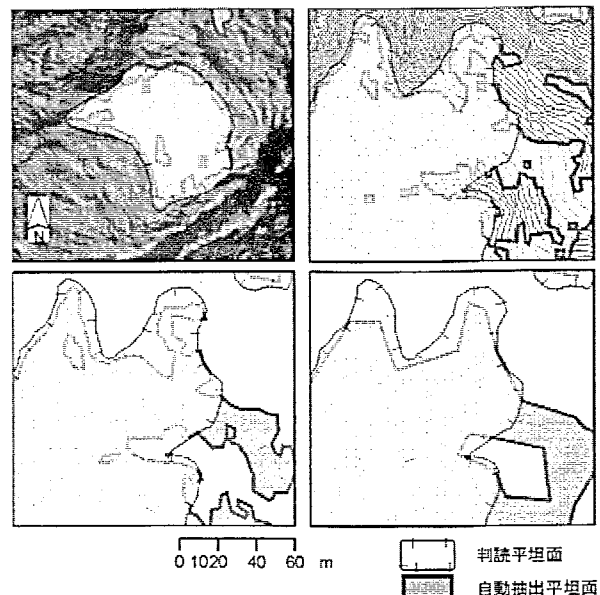


図3. 傾斜量データ解析の結果得られたポリゴンと判読による平坦面の比較(左上) 1m DTM を使用して図1と同じ範囲で解析(右上) 1m DTM を利用。等高線は 1m 間隔(左下) 1m スムージング処理 DTM を利用(右下) 5m DTM を利用