

## 土砂災害発生の予測精度向上に資する地形解析に基づいた斜面ユニット抽出手法の検討

大日本ダイヤコンサルタント(株)○根本信行, 濱本拓志, 鏡原聖史  
 国際航業(株) 笠原拓造  
 応用地質(株) 中川渉, 窪田安打  
 神戸市立工業高等専門学校 鳥居宜之

## 1. はじめに

土砂災害の危険度評価において、1kmメッシュや10mメッシュといった格子単位の解析が一般的であるが、これらは地形学的な境界を考慮していないため、実際の発生域や流出域の空間的な広がりや直感的に把握しにくいという課題がある。土砂災害対策の実務においては、崩壊の発生源となる「個別の斜面」や、土石流を形成する「溪流・流域」といった、地形に基づいたユニットでの評価が不可欠である。

本研究では、10mDEM(数値標高モデル)を用い、表層崩壊および土石流の発生域に着目した新たな斜面区分手法を提案する。本手法では、縦横断曲率および集水面積に基づき、崩壊の最小単位となる「0次谷」を特定した上で、これを基にして2次谷相当を土砂災害警戒ユニット(がけ崩れ)および3次谷相当を土砂災害警戒ユニット(土石流)へ階層的にユニット化を図るものである。現在の山地地形は、地質構造や長年の侵食・災害履歴が反映された結果である。したがって、地形情報の詳細な解析により、地質条件を直接的に参照せずとも、一貫した基準で斜面および流域を区分することが可能である。本稿では、この地形主導による斜面区分プロセスの構築と、その妥当性について論じる。

## 2. 基本的な考え方

土砂災害警戒ユニットは、大地形の尾根によって囲まれた地形的に一体となる斜面単位として定義した。抽出にあたっては、主観的な判断によらず、DEMから算出可能な地形指標を用いたGIS処理により機械的に区分することを基本方針とした。

## 3. 使用した地形指標

土砂災害警戒ユニットの抽出には、10mDEMを用いて、以下の地形指標を用いた。

- (1) 流向および集水面積
- (2) 水系網
- (3) 傾斜量
- (4) 曲率

特に、水系網の抽出には集水面積を、尾根線の抽出には曲率情報を主に利用した。これにより、地形の骨格構造を反映した区分を行った。

## 4. 斜面区分手法

## 4.1. 水系網

水系網の開始点は0次谷最下流が最上流となるように0次谷の集水面積により抽出した。この0次谷は、地質特性を考慮して設定した閾値に基づく、崩壊発生源としての最小ユニットと定義する。水系網抽出における集水面積閾値については、一律の固定値ではなく、対象市町における地質分布に影響される地

形特性を踏まえて設定した。具体的には、各市町の地質別に0次谷最下流の基準点が水系網1次谷開始点となる集水面積の代表値を設定し、Strahler法により水系網を抽出した(図1参照)。

## 4.2. 谷次数による流域区分

土砂災害警戒区域の土石流および急傾斜の分布が地形的な流域単位と対応することに着目し、2次谷(急傾斜)および3次谷(土石流)の合流点を基準点とする流域区分を基にユニットを抽出することとした。

## 4.3. ユニット境界と尾根部の重複チェック

本研究では、ユニット境界の基本は尾根部により規定されるものとし、ユニット境界は地形指標により機械的に抽出した尾根部を基本としつつ、流域スケールとの整合性を確認することで、その妥当性を評価した。このユニット境界は、明確な地形の境界

となる大地形の尾根部と一致している必要がある。尾根部の抽出は、尾根部地形の強調を目的としてスムージングした地形の標高値を2倍にし、一般的な曲率(隣接8セルとの曲率)と平面曲率(最急勾配方向に垂直方向)、断面曲率(最急勾配方向)を「or条件(一般曲率または平面曲率または断面曲率の絶対値が1以上の凸地形)」により抽出した。この尾根部(以降、ユニット尾根と呼ぶ)とユニット境界が50%以上重複している場合はユニット境界とした(図2参照)。

## 4.4. 2次谷・3次谷ユニットの合成

階層的ユニット化のロジックとして、土砂災害警戒ユニット(がけ崩れ)は、0次谷が合流し、斜面としてのまとまりを持つ斜面単位(2次谷)として定義した。また、土砂災害警戒ユニット(土石流)は、2次谷を支流として持ち、流下・堆積のプロセスを包含する流域単位(3次谷)として定義した。すなわち、土砂災害警戒ユニット(土石流)に、土砂災害警戒区域(急傾斜)と重複する土砂災害警戒ユニット(がけ崩れ)を合成した。

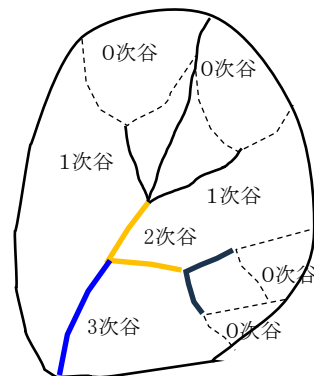


図1 水系網のイメージ図

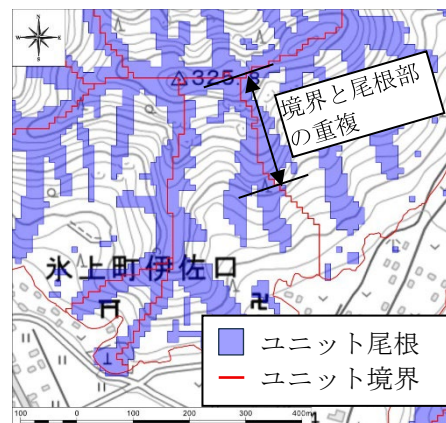


図2 尾根部との重複チェック

#### 4.5. 土砂災害警戒区域(土石流)との整合

土砂災害警戒区域(土石流)については、抽出された土砂災害警戒ユニットと土石流警戒区域(土石流)の流域の対応関係を確認し、谷出口における区分の不整合が生じる箇所については、流域区分の妥当性を評価するための参照情報として用いた。

#### 4.6. 自然斜面の抽出

本研究の対象はがけ崩れおよび土石流の発生場となる自然斜面であるため、土砂移動の可能性が低い平地部は除外した。具体的には、傾斜角5度以下となる境界ラインにより前項までの処理により抽出したユニットを分割し、平野部のユニットを除外した。

#### 4.7. ユニット抽出の処理フロー

ユニット抽出の処理フローを図3に示す。

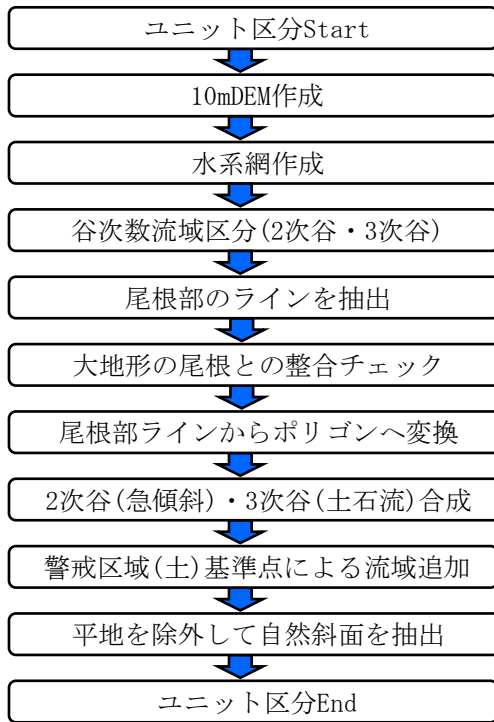


図3 ユニット抽出の処理フロー

### 5. 尾根抽出の妥当性

#### 5.1. 検証方法

本研究で対象とした各市町における微地形(頂部斜面, 谷壁斜面, 谷底斜面)を区分した際に曲率を使用していた。この微地形区分の頂部斜面は、地形が上に凸となる箇所を曲率により抽出している。そのため、頂部斜面領域内に分布する曲率値の代表値を設定し、この代表値により尾根部を抽出した(以降、頂部尾根と呼ぶ)。この頂部尾根とユニット尾根との平面面積の一致状況を指標とした定量評価を行い、ユニット尾根の妥当性を評価した。具体的には、抽出された尾根線が既存地形区分における尾根位置をどの程度捕捉しているかを、一致率(捕捉率)として算出した。

#### 5.2. 検証結果

頂部尾根とユニット尾根の一致状況を図4に示す。一致率の整理の結果、頂部尾根の一致率と比較すると、ユニット尾根は複数地域において高い一致率が

確認され、花崗岩や堆積岩など地質によらず、大局的な尾根構造を再現していることが確認された。

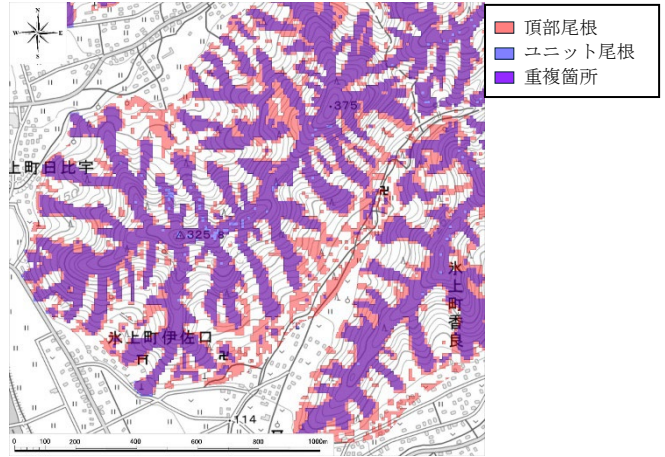


図4 尾根部の一致状況

### 6. おわりに

10mDEMを用いた地形解析により、異なる地質条件下においても一貫した基準で斜面および流域を区分できるユニットが抽出できることを示した。

住民にとって「自分の裏山(2次谷)」や「近隣の溪流(3次谷)」という直感的な空間単位(ユニット)でのアラート提示が可能となり、避難判断の高度化に資すると考えられる。今後は、本手法で区分したユニットに対し、10mセルの危険度評価結果を統計的に集約する手法を整理するとともに、アラート発出基準の設定に向けた閾値の検討に取り組む予定である(図5参照)。

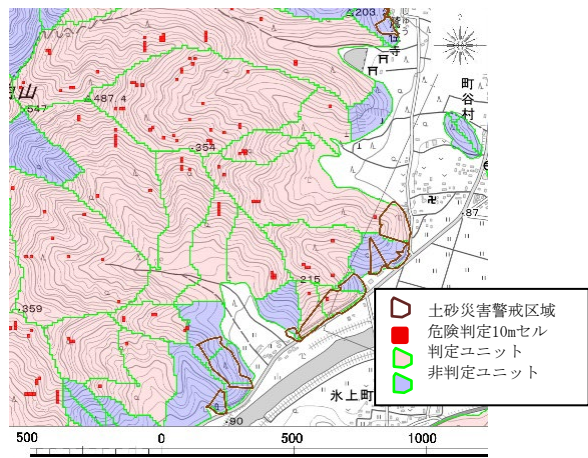


図5 10mメッシュとユニットによる危険度評価の比較

### 参考文献

- 1) 沖村 孝・鳥居宣之・尾崎幸忠・南部光広・原口勝則：豪雨による土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの構築，新砂防，63(6)，pp. 4-12，2011.
- 2) 沖村孝・鳥居宣之・高谷和彦・中川渉・鏡原聖史・原口勝則・小泉和也・笠原拓造：表層崩壊リアルタイムハザードシステムの活用に向けた取り組み—新たな危険度判定手法の開発—，平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集，pp. B-360-361，2016.
- 3) 沖村ら，表層崩壊リアルタイムハザードシステムの構築に際して生じた課題と対策(3)，建設工学研究所論文報告集，第 54 号，2012.