

地理空間情報を活用した防災情報・環境保全情報の作成と 効率的な発信に関する研究（第7年次）

実施期間 令和4年度
客員研究員 茨城大学 小荒井 衛
地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室 岩橋 純子

1. はじめに

本研究では、平成30年度～令和2年度に国土地理院が実施した液状化に関する総合技術開発プロジェクトに関連して、液状化評価基準の見直しを検討している。平成30年度は、中埜ほか(2015)の液状化ハザード評価の自然堤防の比高の閾値の見直しに関して検討し、比高2～3mを閾値にした方が良いという結論を得た。令和元年度は、谷底平野の勾配の違いによる液状化評価基準について検討し、液状化リスク評価を区分する閾値は現行よりもより緩勾配側にした方が良いと判断した。令和2年度は、常時微動観測という非破壊的な地下構造推定手法を活用して、長野盆地西縁断層帯が位置する長野県飯山市で液状化を含めた地震による地盤災害と地盤構造との関連性を検討し、1847年善光寺での建物被害が顕著だったJR北飯山駅周辺で基盤深度が深く軟弱な地盤が厚く堆積していることを明らかにし、構造運動に起因する可能性を示唆した。令和3年度は、常時微動観測を茨城県内の水戸市と小美玉市の台地を刻む谷底平野について実施し、地形発達の視点で水戸市周辺の谷底平野と小美玉市の谷底平野に侵食段階の進行度の違いが認められ、水戸市近傍の谷底平野は中流の急勾配の部分が侵食前線となり上流側に後退していく途中段階であり、小美玉市の谷底平野は侵食前線の後退が上流まで進み切った状態であることが分かった。谷底平野の下流部や中央部ほど沖積層が厚いという傾向は鮮明であり、同じ谷底平野内でも下流部の低勾配の箇所や幅の広い谷底平野の位置に応じて、地震時リスク評価の細分化を検討する必要があることが分かった。

令和4年度は、地形分類ではなく数値標高モデル(Digital Elevation Model: 以下「DEM」という。)に着目した研究を行った。DEMは地形図の等高線、写真測量、航空レーザ測量など様々なデータから作成されており、データソースによってその精度や可能な解像度が異なる。Iwahashi and Pike(2007)では、斜面傾斜・尾根谷密度・凸部の密度分布を用いた地形解析手法を提案している。小荒井ほか(2011)では、中国山地の道後山を対象にこれらの地形量を用いた地形解析を行い、DEMの解像度によって抽出される地形量の値が異なること、解像度の粗い50mDEMで抽出される尾根谷密度と地質が関連することを明らかにしたが、それらの詳細や原因については解明できていない。そこで、本研究では斜面傾斜と尾根谷密度に着目し、DEMの解析によって得られる地形量について、DEMの解像度とデータソースの違いが解析する地形量にどう影響するのかについて検討した。

2. 研究内容

研究対象地域を図-1に示すが、山地と平野に分けて検討した。小荒井ほか(2011)で解析された道後山に特徴的な地質として蛇紋岩があるため、山地の研究対象地域については蛇紋岩に着目して選定し、道後山・至仏山・早池峰山で地形解析を行った。平野については、利根川や荒川の流域で自然堤防や河畔砂丘が発達する埼玉県北東部で地形解析を行った。

研究のフロー図を図-2に示す。ESRI社のArcGIS(ArcGIS Desktop10.8)を使用した。基盤地図情報

ダウンロードサービスでダウンロードした航空レーザデータから作られた 5mDEM を 10m・30m・50mDEM に、等高線から作られた 10mDEM を 30m・50mDEM に間引き、解像度とデータソースの違いを傾斜と尾根谷密度について比較した (図-3)。道後山については、鳥取大学が国土地理院との共同研究で取得した 1mDEM も使用した。埼玉県北東部の DEM データは、利根川の南北で取得時期が異なり、値も異なっていたため、南北に分けて解析を行った。

尾根谷密度の抽出方法は、ArcGIS で 3×3 セルのメディアンフィルタを用いて抽出した半径 10 セル内の凹凸 (メディアンフィルタをかけた DEM データと元の DEM データの差) の数を半径 10 セルの全メッシュ数 314 で割ったもので、値は 0 から 1 の間になる。それぞれの DEM の尾根谷密度のヒストグラムを作成して特徴を検討したほか、尾根谷密度分布を地質図や土地条件図と重ね合わせて、地形・地質と尾根谷密度の関係について検討した。



図-1 研究対象地域

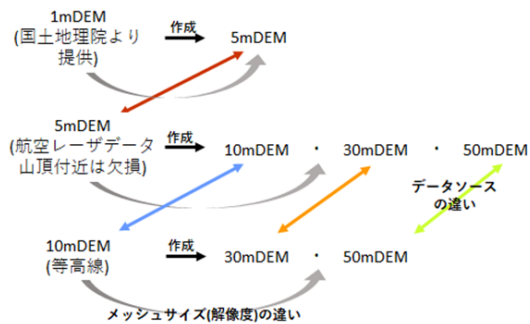


図-3 DEM の解像度の違いとデータソースの違いを比較

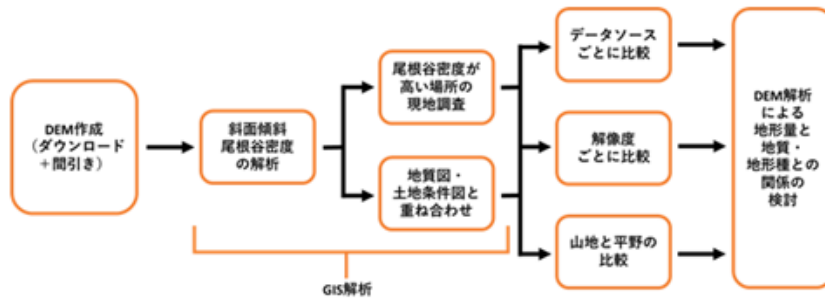


図-2 研究フロー図

3. 得られた成果

3.1 山地での地形解析結果

山地での斜面傾斜は、どの地域でも解像度が高いほど急傾斜が抽出され、データソースが異なっても、解像度が異なっても急傾斜の空間分布はほとんど変わっていない。

尾根谷密度については、道後山の結果を図に示す。等高線から作られた DEM から求めた尾根谷密度の大きさを地質図と重ねたものを図-4 に、航空レーザ測量から作られた DEM から求めた尾根谷密度の大きさを地質図と重ねたものを図-5 に示す。尾根谷密度の数値は、等高線 DEM の方が航空レーザ DEM よりも小さい傾向が認められた。また、解像度が粗くなるほど、尾根谷密度の数値が大きくなっている。それぞれの DEM の尾根谷密度の平均値を閾値にして粗い・滑らかなを区部して分布図を作成したところ、どの解像度でも分布特性は等高線 DEM と航空レーザ DEM とでよく似た分布であった。その

ため、尾根谷密度の数値は違うものの、粗いか滑らかかという地形的特徴はどちらのデータソースも良く捉えているという結果であった。

また道後山・至仏山・早池峰山の3地域とも、蛇紋岩の地質では滑らかな地形であり、メッシュサイズが大きいほどその特徴を捉えていた。航空レーザの5mDEMの場合に、蛇紋岩地質のエリアでも尾根谷密度の数値が大きな箇所が多数認められた。至仏山において現地調査を行なったところ、尾根谷密度が高い箇所は稜線部の岩稜帯であったり、局所的に大岩が存在したりしており、等高線では表現できない起伏を航空レーザが捉えた結果であると考えられる。航空レーザDEMもメッシュサイズを粗くすると等高線DEMと尾根谷密度の特徴が似てくるのは、細かな起伏が除去されて全体的な地形的特徴を捉えるようになるからと考えられる。

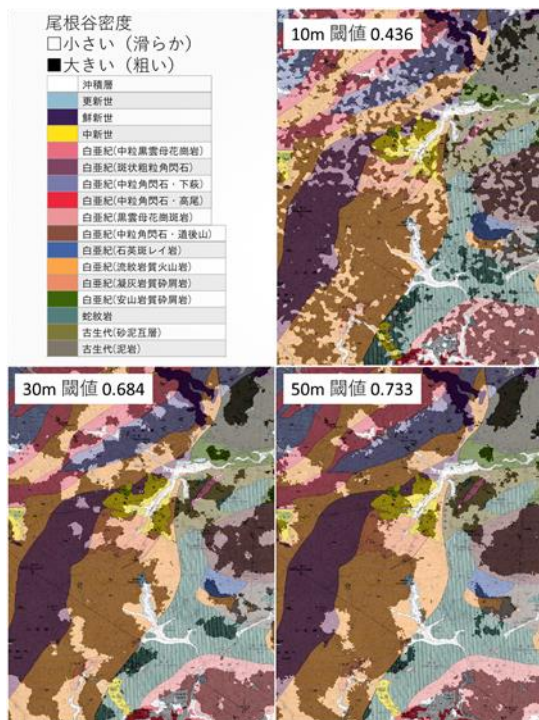


図-4 等高線によるDEMの尾根谷密度の大小と地質図との重ね合わせ(道後山)

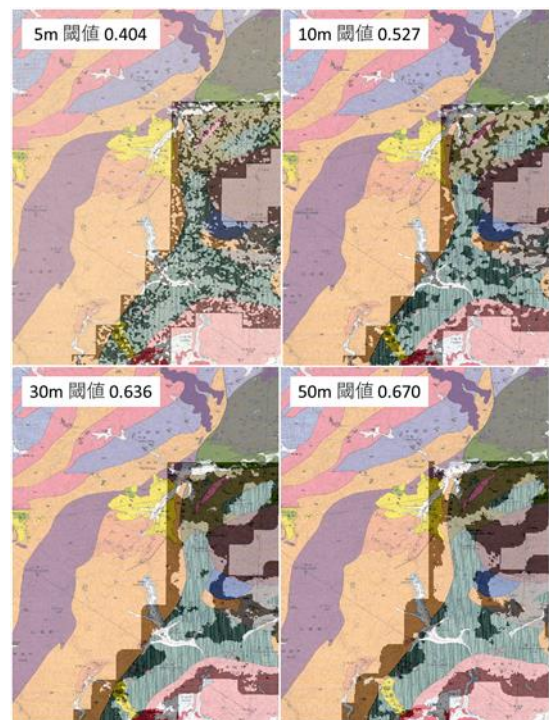


図-5 航空レーザによるDEMの尾根谷密度の大小と地質図との重ね合わせ(道後山)

3.2 平野での地形解析結果

平野については、尾根谷密度のみ議論の対象とする。

埼玉県北東部について、等高線から作られたDEMから求めた尾根谷密度の大小を土地条件図と重ねたものを図-6左に、航空レーザ測量から作られたDEMから求めた尾根谷密度の大小を土地条件図と重ねたものを図-6右に示す。

尾根谷密度の数値は、等高線DEMの方が航空レーザDEMよりも小さい傾向が認められた。また、解像度が粗くなるほど、尾根谷密度の数値が大きくなっている。これらの特徴は山地の解析結果と同様であるが、航空レーザDEMの尾根谷密度の数値が大きくなっているのが山地に無い特徴で、地形が粗い・滑らかいの空間分布も等高線DEMと航空レーザDEMとで明らかに異なっている。これは、等高線と航空レーザとで捉えている特徴が全く違うことを意味している。

等高線DEMでは尾根谷密度の数値は山地と比べて明らかに小さく、全体に滑らかな地形を捉えている。相対的に尾根谷密度の高い地形は、台地の縁辺部や台地を刻む谷、自然堤防の中央部などであ

る。一方、航空レーザ DEM は平野部であっても尾根谷密度の数値が山地よりも大きく、特に谷底平野・氾濫平野の地形区分の数値が大きい。航空レーザが畦畔や水路などの平野部の人工的な局所的起伏を捉えており、5mDEM ではそれが顕著で、メッシュサイズを大きくしてもその影響が残っているものと考えられる。埼玉県北東部で現地調査した結果でも、尾根谷密度が大きな箇所では、水路などの人工構造物が存在し、梨園などの特異な土地利用がなされていた。また、利根川右岸・左岸とで全く違う尾根谷密度の数値を示しており、航空レーザの計測時期の違いや測量実施機関のデータ作成手法の違いの影響なども示唆される。

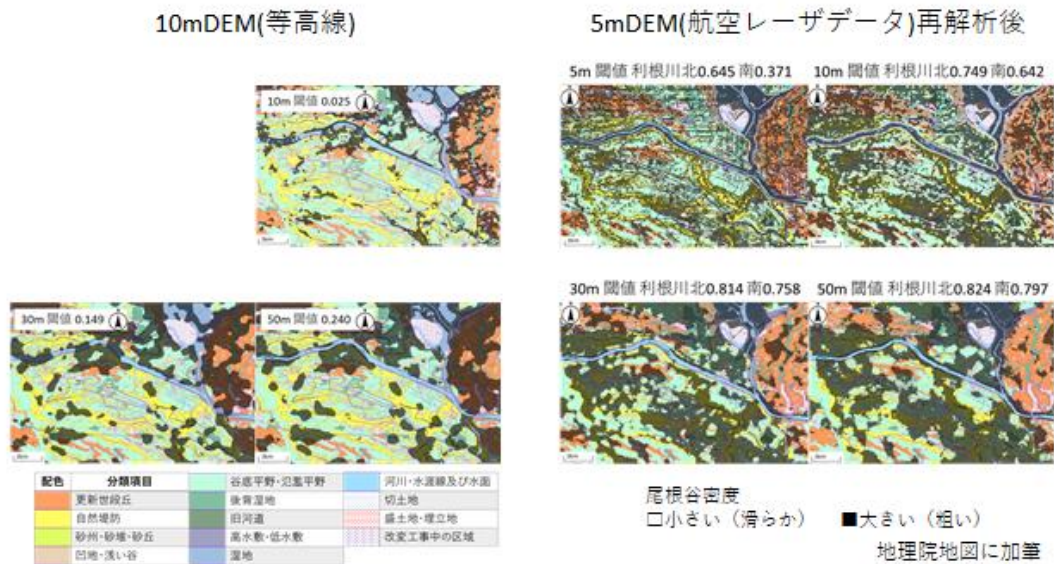


図-6 埼玉県東北部における DEM の尾根谷密度の大小と土地条件図との重ね合わせ
左：等高線による DEM 右：航空レーザによる DEM

4. まとめ

山地では、データソースの異なる DEM で尾根谷密度を解析した場合、解析結果の数値が違っていても、尾根谷密度の数値の大小の空間分布の傾向は一緒であった。一方平野では、航空レーザによる DEM で尾根谷密度を解析すると人工的な地形を反映した解析結果になってしまい、尾根谷密度の数値の大小の空間分布の傾向が全く違うものになっている。また、航空レーザデータの取得時期が異なる場合でも、空間分布の傾向が違っていることが分かった。そのため、航空レーザによる DEM で平野の尾根谷密度の解析を行う際には、人工的な地形の影響に注意する必要がある。

謝辞

データの収集や解析の作業の一部は、理学部理学科地球環境科学コース4年の栗原夏希氏の卒業研究として実施したものである。また、地理情報解析研究室の吉田一希研究官からは、的確なご助言、ご指摘をいただいた。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

- Iwahashi and Pike (2007), *Geomorphology*, 86(3-4), 409-440.
 小荒井衛ほか (2011), *リモセン学会誌*, Vol.31, No.1, 36-44.
 中埜貴元ほか (2015), *地学雑誌*, 124(2), 259-271.