

(1) 平成25年度終了特別研究課題終了時評価

③航空レーザーデータを用いた土地の脆弱性に関する新たな土地被覆分類の研究

○委員長 次の③に移らせていただきます。航空レーザーデータを用いた土地の脆弱性に関する新たな土地被覆分類の研究、これも地理院からお願いします。

○発表者 それでは、こちらの課題につきまして岩橋が説明させていただきます。資料3-3をごらんください。

まず、研究期間等はスライド1のとおりです。途中で人事異動がありまして、岡谷と岩橋の2名で担当いたしました。

スライド2から研究の背景ですが、当研究室では、この研究の前の特別研究などで航空レーザ、略してLiDARの地形データを使って表層崩壊の分析を行ってきました。終了時評価の際に、地形・地質以外に植生も影響するはずとの御意見をいただきました。左図のように、国交省がアーカイブしているデータも増えてまいりました。そこで、LiDARの原データから求められる推定樹高DCMに着目いたしました。

スライド3のように、樹木の根には土壌を保持して表層崩壊を防ぐ効果があると言われています。既往研究から樹高が間接的に根株の引き抜き強度をあらわしていることはわかっています。森林全体の強さを考える場合は樹木の本数密度、つまり、疎密度も有用と思われれます。そこで、樹高と疎密度を取り上げることとしました。

スライド4、5は本研究の課題です。まずデータ作成の課題ですけれども、国交省のデータは広範囲に非常に大量にあるわけですが、特に古いものでは、分解能が普通林業分野に使われるようなものより低いですし、また、地形をとるために落葉期に撮影されているケースが多いです。それを使って既往研究のあるスギ・ヒノキ以外の樹高も計測できるか、現地で計測した樹高との比較・検証を行う必要があります。

次に、土地の脆弱性、崩れやすさの評価に関する課題で、スライド5です。まず森が伐採されているか、残っているか、つまり、1か0かと表層崩壊多発の関係についてはよく知られておりますが、樹高と崩壊の間の定量的な関係とか細かいところまではよくわかっていません。そこで、豪雨による崩壊が発生する前の植生データを用いて樹高等と実際に起きた崩壊の比較を行いました。ということで、本研究ではスライド6の3つを研究目標といたしました。

研究地区はスライド7の5カ所です。樹高や疎密度の分析は全地区を対象に行いました。

グラントゥールスはこの5地区の中で合計34カ所の調査範囲を設定して、3000本近い樹木を計測しております。土地の脆弱性の分析ですが、発災前のデータが広範囲にある防府地区を中心に行いました。

さてまず、樹高データの作成について、スライド8ですが、グラフの横軸が樹高を現地で測った値、縦軸がLiDARによる推定値です。1つの点が調査地区内の数10本の平均樹高です。樹種の違いをシンボルで色分けしています。最初に、生のDCMではアーカイブデータでは1本1本の樹高を当てることは、樹種によりますけれども、かなり困難でした。しかし、30mメッシュ程度で平均をとってやると、条件の悪い1本1本の比較では、無相関に近い地区でもこの線に近づいてまいります。さらに、幹が斜めに伸びる落葉樹について、参考資料に載せましたが、経年変化の補正だけでなく、斜面傾斜を使って樹高の補正をしてやると、スライド8のグラフのように、よい結果が得られました。

次に、樹木疎密度のデータについては、本研究で開発した岡谷の手法に基づき、画像処理によって、スライド9の図のように、DCMからピークを抽出して作成しました。この手法は、落葉期の広葉樹林でも使えて、また手順が単純で汎用性があります。ただし、拾えるピークはDCMの解像度に依存する特徴があります。

スライド10のグラフですが、こちらは樹木の疎密度で、横軸が疎密度の現地の実測値、縦軸はLiDARによる推定値です。本当はこれは斜めの線に沿ってほしいわけですがけれども、解像度の限界手前あたりから推定値が頭打ちになります。しかし、緑の丸など、葉がついている広葉樹などは比較の実測値と近い値が得られて、正の相関が見られます。過小評価になる密生地にしても、細い木が多くて、根の強さを考えれば、過小評価分が相殺される可能性もあります。したがって、LiDARによる疎密度を土地の脆弱性評価に、補助的にであれば使うことはできるのではないかと考えております。また、解像度問題の対応策として、本研究ではLiDAR附属のオルソフォトを用いる手法も、利用できる場所は限定的ではありますが、開発しております。

土地の脆弱性の評価について次に分析結果を幾つか御紹介いたします。

まず樹高データについてですが、地形の影響を排除した場合でも、樹高データと崩壊率に関係が見られるか、スライド11のようにグラフを作成してみました。横軸は地形的脆弱性、これは発災前のDEMからその後起きた崩壊値を教示として、地形が似ている度合いを示したようなデータで、以前の特別研究の際につくったものです。奥行きが平均樹高で、高さが実際に崩壊が起きた割合です。この結果、地形から見積もった脆弱性が同じ程度の

斜面でも、平均樹高が高いと崩壊率が低くなる傾向が見られました。

次に、樹高に加えて樹木疎密度のデータを補助的に使うことを考えました。スライド12の下の方の緑の字にありますように、既往研究から根が土壌を保持する力は樹高に樹木疎密度の平方根を掛けたものを比例すると推定できます。これを根系強度指数と名づけました。こちらのグラフは、横軸に発災前のデータから推定した根系強度の指数、縦軸に実際に崩壊が起きたセルの割合を示していますが、根系強度が大きくなるに従って崩壊率が下がる傾向がはっきり見られます。

スライド13に実際の画像のイメージを示しましたが、根系強度指数などのデータは、従来の主題図と違って、連続的なデジタルのデータですけれども、新たに土地被覆分類として、土地の脆弱性評価に使えと考えられます。

さて、スライド14ですけれども、スライド14の図は、防府地区の一部について、発災前のDEMと地質図を用いて、花崗岩類の傾斜30度前後で、谷頭部周辺の凹型斜面、これは一般的に雨の崩壊で崩れやすい地形で、実際に防府でも崩壊率が高くなっていますが、それをピンクで示したものです。傾斜等の計算は、これも30mの範囲で行っております。黒ポリゴンはその後に崩壊した部分と堆積部です。このように、地形・地質だけで抽出すると、日本の山地では表層崩壊の対象地域がちょっと膨大なことになってしまいます。

スライド15の図は、先ほどのピンクの部分に根系強度指数をカラーではめ込んでみたものです。植生を加えて、統計的に表層崩壊の可能性がより高い斜面を赤でハイライトした形です。さらにこちら、基盤地図情報からとってきた建物のデータ、ピンクの丸ですが、こちらを重ねています。このように、植生の影響が見られる地域については、人家の分布とあわせて、優先順位の高い流域を把握して、より現実的な利用につなげる利点があると考えております。

スライド16は、根系強度の追加が崩壊地の評価をどれくらい改善するかについて分析を試みたものです。ちょっとモデルが単純なので、数値は御参考程度ではありますが、谷筋の急斜面、つまり、表土が厚い部分についてはほぼ確実に加える効果があるのではと考えております。

マニュアルについて、次にスライド17から御説明します。同じくLiDARデータを用いた斜面崩壊の研究である、平成22年度の終了課題のマニュアルを現在国土地理院のホームページから公開中です。こちらの凹凸度などをコンサルの方が現場で実測して調べたりとか活用していただいているようです。本研究の成果はこちらに追加する形で公開する予定

です。フローチャートからポップアップで解説が出てくるような、わかりやすいデザインを考えておりまして、フローは次のスライド18から22のイメージです。

ちょっと飛びますけれども、スライド23のまとめですが、こちらの赤字のように、それぞれの目標について、当初の目的は達成したと考えております。

次に、スライド24、成果の活用・波及効果ですが、本研究の成果は、土地の脆弱性評価の高度化への利用のほか、データ作成法の波及効果として、森林管理やバイオマスの評価、雪崩の対策など、広範囲に利用が考えられます。

達成度の分析ですが、スライド25、1番のように、本研究で開発した手法については、国交省の航空レーザデータに関して広範囲に適用可能です。また、2番のように、地理院内や外部の研究者の方々と意見交換の機会を持ちまして、効率的に研究を進めることができました。

最後に、残された課題ですが、スライド26のとおりです。特に発災前の高解像度のデータは、意外といえますか、極めて少ないのが現状ですけれども、今回作成したマニュアルをより高度化する意味でも、地域性を入れてより高度化する意味でも、今後さらにケーススタディを蓄積していくことが必要と考えております。

以上で発表を終わります。御清聴ありがとうございます。

○委員長 どうもありがとうございました。

それでは、これは地理分科会でお願いします。

○委員 それでは、地理分科会の終了時評価表は3－4についておりますが、委員会で出た意見も含めて、これをさらに要約した形で御報告します。

成果の概要ですけれども、この研究は、これまでの研究では、土地の脆弱性は、主に衛星のリモートセンシングデータを用いた二次元的な解析で実施しておりましたけれども、分解能が高い三次元データを得られる航空レーザ測量データ、LiDARを用いることによって、衛星リモートセンシングの土地被覆分類では評価することが困難であった斜面の脆弱性を予測できることに着目しています。その成果としては、樹高の高さ、木の高さが間接的に根株の引き抜き強度と相関関係があることを利用して、LiDARの結果から得られる樹高データを取り込むことで、その土地の脆弱性をさらに精度よく評価できることを示しております。報告にもありましたけれども、研究成果は既に国土地理院のホームページで公開されている、高密度地形データを用いた斜面崩壊予測のための大縮尺地形分類手法マニュアルに追記される予定でして、追記されれば、環境影響評価の分野だとか森林施行

管理とか、森林管理におけるさまざまな分野で利用できることが期待されます。

当初目標からの達成度ですけれども、平成23年に提示された提案書では、既存の衛星リモートセンシングデータによる土地被覆分類では得られない樹高、あるいは植生の密度などから土地の脆弱性の評価を高度化すると記されておりまして、当初計画における目標は達成されていると判断いたしました。

研究成果は、研究報告書が3件、発表論文査読付きが2件、口頭発表が8件など、多くの成果を発表されておりまして、成果は満足と思われそうです。

分科会からの今後の課題と必要事項の指摘ですけれども、土地の脆弱性という定義が、これを利用する分野や個人によって違っている可能性がある中で、本研究で定義した土地の脆弱性を明確に定義してから公開する必要があるだろうということ。それから、LiDARのデータの点群データの密度の違いから、これらの結果が国内の全ての地域で適用可能であるかどうかを追跡調査する必要があること。それから、広域の樹木判読については、もちろん衛星リモートセンシングデータのほうが得意なわけですから、これらのデータとの重畳などによって、さらに判読精度を定めることが必要であるということ。それから、国土地理院が整備している各種メッシュデータなどから求めたDTMとかDSMとの比較検討も、有益な結果をもたらす可能性があるということなどが指摘はされましたけれども、総合評価としては当初の目標を十分達成できたとして判定をいたしました。

○委員長 どうもありがとうございました。

それでは、委員からの御質問、御意見がありましたら伺いたいと思います。よろしく願います。

ちょっとよろしいですか。鹿田先生からも今言われたのですが、言葉で土地の脆弱性と言っているのは、これは表層崩壊に対しての脆弱性ですね。

○発表者 はい、表層崩壊に対する脆弱性です。

○委員長 一般に土地の脆弱性というと、沖積低地だと、例えば液状化などいろいろありますから、限定的に言わないと。ただ単に脆弱性というと、誤解を招きかねない。それと同様な指摘ですが、樹木の根系による土壌保持効果という表現は、土壌緊縛力という言葉がありますね。多分それと同じようなものだと思うのですが、それと、今度は逆に根系強度という表現も、何か根の強さみたいなのを表現するような感じで、この言葉自身としては受け取られかねないです。これは砂防関係とか、あるいは森林関係とかとの言葉のすり合わせみたいなのはしているのですかという質問です。

○発表者 樹木根系の土壌保持効果などは、林業分野の引用文献などから参考にさせていただいたものです。ただ、根系強度指数などにつきましても、今後研究をまとめて論文としてまとめていく際に当たって、関係機関の研究者の方々などとすり合わせさせていただいて、用語について広く統一できるように考えて公表していきたいと考えております。

○委員長 前にもちらっと言いましたけれども、地理院の中で通用する言葉と研究界といいますか、学会で通用する言葉は余りそごがあると、かえって誤解を招くので、その辺は少し注意をしていただいたほうがいいのかなという気はちょっとしました。

○発表者 ありがとうございます。

○委員 私もよくわからないのですが、スライド15で、地形・地質+根系強度指数をあわせた危険度というか、弱さと、実際の地すべりが起こったところ、表層崩壊が起こったところを重ねてあるのですが、大きなすべりのところは大抵赤いところで起こっているのですが、小さいすべりが必ずしも赤い点と合っていないように見えるんです。こういうのは非常に難しいのですか。

○発表者 表土の厚みというかなり決定的なパラメータが、現状ではなかなか広範囲には得られない状況で、多変量解析などがこのような分野では行われておりまして、確かに統計的に見ると、スライド11や12にありますように、確実に傾向が見られますけれども、個々の一つ一つの斜面で見ると、ちょっと外れているところが出てくるところはございます。

○委員 それは難しいですね。わかりました。

○委員 私も専門外なので、ちょっと把握し切れていないところはあるのですが、崩壊率にしても、スライド15にある色分けした根系強度指数が高い、低いとあるのですが、確かにここに人家の位置をプロットすると、どこがどういうふうに危険かというのは大体のことがわかると思うのです。その具体的な数値と、実際にどの程度だったならばここまで注意しなければいけないとか、そういう指標はないのでしょうか。ただ単に人家があって、ここは危ないと色分けされても、示されたほうも困ると思うのです。その辺の数値化することは、結局、相対的にこっちよりこっちが危険だということを言うわけですが、絶対的にそこがどの程度危険なのかという指標はあるのでしょうか。

○発表者 指標につきましては、過去の崩壊履歴がある地域につきましては、そちらを教師に指標を作成することが可能ではないかと考えております。ただ、植生の寄与につきましてはかなり地域性があると思われます。その辺につきましても、今後ケーススタディを

重ねて解明していきたいと考えております。

○地理情報解析研究室長 補足でちょっと説明いたしますと、実際に砂防や急傾斜地保全の現場では、傾斜が30度以上あって、そのふもとに人家が5軒以上あるとか、何かそのような結構ざくつとしたことで危険区域を決めているのが現状です。

今回、植生や土地被覆に着目していますけれども、地形とか地質の要素も、現時点ではそれほどこのような危険区域の設定には加えられていないのです。例えば、土地被覆のような情報を加えることによって、危険斜面がいっぱい抽出されても、どこを優先的に対策したらいいかというところを総合的に判断するには、こういう情報を付加することによって判断材料はふえるのではないかなと思います。現時点では、地形とか地質自体もそれほど考慮されて危険区域が決定されているわけではなく、本当に傾斜と人家の数ぐらいで決まっているのが実際の現場の状況です。

○委員 研究として、これは防府でのデータに基づいてかなり説得力あるものになっていると理解しましたが、それだけいいデータがあるのであれば、学会だけではなくて、むしろ地方自治体に対して、こういうやり方があるよということで、具体的に提案していく方法も考えられるのではないかなと思うのですが、いかがでしょうか。

○発表者 スライド25にありますように、最近、長野県林業総合センターの方と意見のやりとりをさせていただいてまして、長野県でも、県の全域を航空レーザで県独自で撮影されていて、こういう分野にも興味をお持ちということで、今後も意見のやりとりをさせていただきながら研究を進めていきたいと考えております。

○委員 非常にいいと思います。ぜひそういう方向でやると、皆さんハッピーになるのではないかと思いますので、よろしくお願ひしたいと思います。

○委員 分科会でも検討いたしましたけれども、樹木の密度を1つの指標として加えたわけですから、地形だけで見た場合よりは当然ある程度精度がよくなる。ただ、樹木の密度を見るならば、ほかの指標もあるわけで、単純に樹種とかエネルギーへの濃さとかもあるかもしれないので、マニュアル化して一般にもっと使おう、あるいは広めていくとしたら、ほかの方法との優位性をもうちょっと検証したほうがいいのではないかなと思います。これはコストのこともあるわけだから、レーザデータが全国あるとは思いますが、ユーザーの立場を考えると、その辺の実用性、パフォーマンスとかも考えたほうがいいのかと思います。

○発表者 御意見、どうもありがとうございます。国交省のデータは非常に膨大な数が集

まってきたのですが、現状では生の原データはなかなか利用されていないのが現状か
と思います。そういう部分でできるところから貢献をさせていただければと考えておりま
して、先生おっしゃられたようなほかのデータにつきましても、今後の研究で、一般研究
として土地被覆を続けていく予定をしておりますので、検討させていただきたいと考えて
おります。

○委員長 19からマニュアルといいますか、樹高データみたいなのを、多分これは一般公
開されていて結構だと思いますけれども、スライド16にあるように、こういう表層崩壊は
そもそも地形とか地質とかの影響も強いですね。

○発表者 はい、非常に強いです。

○委員長 これをちゃんと計算できるようなことをやらせないと、樹高データだけで危険
度評価をやってしまう可能性もありえるので、その辺の指導はしっかりしておかないとだ
めですね。

○発表者 特に防府では真砂土の地域で、恐らくですけれども、表土がそれなりに厚くて、
樹木の影響が強い地域ではないかと思います。基盤がかたくて根が入りにくいようなところ
で、全く同じように植生だけで評価するとなると、ちょっと危ないものがありますので、
今後のケーススタディで地域性のようなものをもっと解明していきたいと考えておりま
す。

○委員 興味深い御研究成果をどうもありがとうございます。土地の脆弱性に着目されて
この御研究を進められていると思うのですが、スライド24で書かれておられますように、
例えば森林管理ですとかバイオマスの取り組み、特に全国でバイオマスタウンがいっぱい
つくられていて、森林バイオバスに着目されていて、中心的にやっている取り組みも多い
です。そういったところですか、CO₂の吸収といったところにも、できたら着目して
いただいて、土地の脆弱性も大事だと思うのですけれども、こういう環境分野での重要性
にも着目して、こういう研究をどんどん進めていただけたらと思います。コメントです。

○発表者 どうもありがとうございます。樹高ですとか胸高直径とか樹種から材積を計算
するプログラムが森林総研から公開されておりまして、樹高は幹の太さに比例することは
わかっておりますので、こういうLiDARの樹高から、ある程度ですが、材積なども計算
できるのではないかと考えておりまして、そういう分野でも貢献できればいいなと考えて
おります。

○委員 1ついいですか。非常に素朴な疑問で、途中で担当の方が交代されているのは何

か理由があるのでしょうか。もし差し支えなければ。

○発表者 済みません。私にはわかりません。

○地理情報解析研究室長 私が答える立場でもないのですが、単なる人事異動です。特に研究に何か問題があったということではなく、国土地理院は研究職の人間も行政と研究を行ったり来たりしていますので、ちょっとタイミングが悪く研究の途中で人事異動があったということです。特にそれ以上の深いものではありません。

○委員長 よろしいですか。それなりの何かエリート官僚的な人たちはいろいろ入れかわりが多いので、こういうことが起こるのだろーと思います。

○委員 コメントをいいですか。全くのコメントですけれども、ちょうどこの研究期間中にも幾つか地すべりの事故があつて、社会的にも非常に注目をされていたことだと思ひますし、地理院自体のこれまでの研究でも、地すべりを初めとする土地の脆弱性に関する研究はさまざまに行われてきて、その延長線上にこれもあつて、しかも利用する側にとって非常に有効なマニュアル作成のメソッドも提供されているということで、分科会の評価どおりに当初の目標を達成したすぐれた研究だと思います。この件は多分社会的にも今後も非常に関心を集めてくるテーマだと思いますので、なお研究を続けていただきたいと思ひます。

○発表者 どうもありがとうございます。

○委員長 なければ、この課題はこのぐらゐにさせていただきます。