③土砂災害リスク管理のための山麓堆積地形抽出に関する研究

○委員長　それでは、次の３番目、土砂災害リスク管理のための山麓堆積地形抽出に関する研究、これも地理院から説明してください。ではお願いします。

○発表者　それでは、土砂災害リスク管理のための山麓堆積地形抽出に関する研究について御説明いたします。

初めに、資料３－３のスライドで御説明いたします。

初めに、山麓堆積地形の典型的なイメージですが、スライド２の左の写真をごらんください。山麓堆積地形は、土石流や崖崩れで落下したものが、長い年月の間繰り返し堆積することによって形成された地形で､全国の山地や丘陵地の裾野にたくさん分布しています。農地や宅地として利用されることが多く、下の写真のように、住宅密集地になっているところもあります。火山のふもとのような土砂の生産が盛んなところには大型の山麓堆積地形があります。崖錐や沖積錐など、数種類の地形を含んでいますが、本研究では、小扇状地を含め過去の崩壊物の堆積地全般を山麓堆積地形としています。

山麓堆積地形の学術的背景ですが、スライド３のとおり、既存資料ではさまざまな分け方がされておりまして、さまざまな用語があり、統一がとられておらず、災害の視点から整理が必要と考えております。また、土砂を供給するプロセスとその結果である地形の数値的な特徴の関係などはまだ十分明らかになっていません。

さて、この研究を企画したきっかけですが、スライド４のとおり、やはり昨年の広島の災害です。図に45年前の地理院の土地条件調査の内容を挙げていますが、だいだい色が山麓堆積地の範囲でして、その中に紫の、昨年の土砂災害の範囲が含まれています。同様の土地利用は日本各地で見られます。今ちょうど梅雨のシーズンですけれども、近年豪雨の頻度がふえ、降り方が以前と違ってきています。また、地方の高齢化が進んで、土砂災害がコミュニティーの存亡にかかわるようにもなってきています。ここで、山麓堆積地について既存資料を再活用しながら、丁寧な科学的分析や調査を行う必要があるのではないかと考えました。

そこで、スライド５に挙げた目的の達成のために、本研究の目標として、国土の広範な範囲において山麓堆積地形の分布を明らかにすること、そしてモデル地域において、数値地形解析と調査分析を行い、山麓堆積地形の形成プロセスとその数値地形的特徴を明らかにすることを設定いたしました。

山麓堆積地形について国土地理院は実は多くの資料を保有しています。スライド６は昭和46年から35年間行われていた道路災害対策調査の説明です。この調査は、山間部での土砂災害に絡んで国道のメンテナンスやつけかえに利用された地形調査なのですが、斜面崩壊に関する調査報告書とともに、上の図のような詳細な地形分類図が作成されています。この地形分類図は防災土地条件図ですが、そちらには山麓堆積地形の凡例が含まれていまして、ＧＩＳデータとなっています。整備範囲は、左の日本地図で、国道沿いのため、面積的には国土の１％未満、また古いので、手入れが必要ではありますが、合計約1600㎞の区間について、地形分類のshapeファイルが利用可能です。大縮尺ですので、航空レーザのＤＥＭと位置合わせが可能です。

次にスライド７、昭和39年から行われている土地条件調査です。これは平野部中心で、縮尺もちょっと粗いのですが、土砂災害に関してこちらの調査で重要なのは報告書と考えております。一部の地区では道路災害対策調査同様に、崖や急斜面の調査資料があります。

このように、国土地理院は過去数十年にわたった調査結果の豊富な資料とＧＩＳデータを保有しております。しかし、調査範囲がやはり限られておりまして、山間部に空白が多く、また、数値地形とあわせて定量的、広範囲に分析されたことはありません。

スライド８ですが、空白部を埋めること、また、分析のためには大縮尺かつ広範囲に整備された地形データが必要です。そこで、基盤地図５ｍメッシュなどの航空レーザ測量のＤＥＭを利用します。下の画像は沖積錐を含む斜面の鳥瞰図ですけれども、左は基盤地図10ｍメッシュ、これは２万５千分１地形図がソースです。右側が航空レーザのＤＥＭで、見比べると、違いは明らかです。基盤地図の５ｍでは現在国土の半分ちょっとをカバー、また、道路災害対策調査のデータがある地区については８割以上がカバーされています。

分析にＤＥＭを用いる利点ですが、スライド９のとおり、堆積地の上流の集水域、つまり、土砂供給源の範囲などを自動的に求めることが可能で、傾斜や曲率など地形量の計算も容易、さらにＧＩＳで扱いますので、ほかの主題データとの重ね合わせや統計分析が容易という利点があります。昭和時代からの歴史的なデータに数値地形解析を加えて再評価することが可能です。

スライド10は、ＤＥＭを用いた堆積地形の抽出について、現在までの研究の状況です。100ｍ単位の粗いＤＥＭを使った例のみですが、上の右端の図のように、このスケールであれば、ＤＥＭだけで大まかな地形分類を行うことが可能です。下のグラフのように、扇状地や麓屑面などの山麓堆積地形の数値的特徴は、100ｍ単位のスケールで見ればかなりはっ

きりしているからです。

スライド11に移りまして、しかし、航空レーザ測量のＤＥＭを用いる場合、解決すべき課題がさまざまにあります。

まず山麓堆積地形の抽出に関してですが、１番は、大縮尺ＤＥＭ特有の問題、人工地形によるノイズを拾ってしまって、本来の斜面傾斜等の計算が困難なことです。まずノイズを除去する手法の開発が必要です。

２番は抽出手法の問題､100ｍ単位のＤＥＭでうまくいった手法がそのまま通用することは余り考えられませんし、地形の種類によっても工夫が必要かと考えています。

３番目、これも大きな課題ですが、ＤＥＭから抽出される候補地のうち、既存の資料と合わないところは全部誤分類なのか、それとも航空レーザを使うことによって新たに出てきたものなのか、検討や調査が必要です。

スライド12が形成プロセスと特徴に関して解決すべき課題です。これはモデル地域を幾つか設定して詳しく調べる予定です。

１番に個々の山麓堆積地について土砂の給源の範囲を特定して、移動経路を調べる必要があります。

２番目に土石流等の再来リスクの問題です。リスクが１か０かは、山麓堆積地が段丘化しているかどうかでわかると思うのですが、優先順位の問題です。土砂を集めてくる上流の集水域の面積と堆積地の面積の定量的な関係をつかむことと､土砂を集めてくる上流の、そして恐らくそのラインから外れてくるものも重要で、上流の状況を精査することによって、リスクを増大させる素因とその影響の大きさがはっきりするのではと考えているところです。ちなみに全国では、防災土地条件図から約1700カ所の沖積錐について面積調査が可能です。また、本省砂防部の方から調べたら参考になると言われている事柄ですが、土砂災害防止法に基づく崖崩れや土石流の警戒区域、それらとの比較分析も課題です。

３番目としましては、形成プロセスと数値地形的特徴、土石流等の再来リスクを反映した分類は必要です。

研究開発の内容に移ります。スライド13は、まず抽出手法の想定フローです。防災土地条件図から教師データをまず作成します。それから、ＤＥＭを地形の特徴で領域分割したデータ、これは５ｍのＤＥＭを使うので、恐らく20ｍぐらいの領域がミニマムになると思いますけれども、それとあわせて山麓堆積地形とその他の斜面を分けるための統計分析を行い、候補を出します。それから、下の黒点線の中のような各種の資料を突き合わせ、山

麓堆積地形のポリゴンデータを作成します。縮尺は２万５千分１よりは細かいものになると想定しております。

スライド14は、形成プロセス、特徴の解明についてのフローです。まず土砂の給源や移動経路の推定は、ＤＥＭを用いたＧＩＳの水文分析などで分析します。給源となる集水域と堆積地をつないでペアでデータベース化し、情報を整理します。山麓堆積地に関する考察や分類には、報告書や土砂災害マップのほかに現地調査も必要です。これらは単純な統計のようなものを除いて、モデル地区を幾つか設定して行います。既存資料が充実しているところの中から、下のように、幅広い岩相の地域を幾つか想定して考えているところです。

スライド15は、上の表が年度ごとの全体計画です。下は実施体制や教育関係ですが、過去の調査資料については、昭和期の調査内容について詳しい人材も、今ならまだあと数年ですけれども、残っておられまして、相談しながら進めていきたいと考えております。

成果の活用については、中間報告などを逐次行いつつ、砂防部などと調整し、意見交換する予定です。外部の研究者との意見交換も積極的に行う予定です。

最後にスライド16ですが、想定されるこれらの成果は、論文や学会発表で公表するとともに、砂防関係部局に報告する予定です。土砂災害リスク管理、砂防政策や防災対策の高度化、都市計画や土砂災害研究に貢献し、活用されることが考えられます。

以上で説明を終わります。

○委員長　どうもありがとうございました。

それでは、まず分科会の審議結果からお話しいただきたいと思います。

○委員　研究開発の必要性に対する分科会としての総評と、地理分科会で幾つか意見が出ましたので、それをまとめて御報告させていただきます。

地理分科会は５月28日の午前９時半から10時20分まで行いました。当日は御欠席の先生には、事前に大学のほうへ出向かれまして、コメントをいただいておりますので、それも含めて御報告を申し上げます。

結論から申し上げますと、近年の異常気象に伴うゲリラ豪雨や地震の頻発、火山活動などから土砂災害のリスクが非常に高まってきておりまして、タイムリーな研究として重要で、ぜひ進めていただきたいという御意見でございます。

先ほどの御説明にもありましたように、昨年８月に広島市で発災した土砂崩れでは、多数の死傷者と罹災者を出していることは記憶に新しいところであります。これまでの斜面

崩壊の研究は、土砂災害による人災や被害のリスクに注目した、どこが崩れるかに重点があって、実際に災害を引き起こす土砂がどこに堆積しているかは従であったと思われます。今回の研究は、山麓堆積地形の分類や発生プロセスと数値地形的な特徴の関係についてまだ十分に解明されていないところを、国土地理院が国土の半分以上のデータを保有する、航空レーザ測量のアーカイブをお持ちで、数値地形情報等の山麓地形及び崩壊との関係を明らかにしようとするものです。

内容については今御説明がありましたけれども、地理分科会では次のような意見が出されましたので、御報告いたします。今の御報告の中で、その時点でのコメントを反映して加筆修正されている点もございます。

分科会の意見ですけれども、これまではどこが崩れるかを主として、どこに堆積しているかが従であるという説明があったのですけれども、これまでも堆積地形の分布、つまり、どこに堆積しているかを調査した上で、どこが崩れるかを予測していたわけでありますので、そのプロセスが既往の研究とどのように異なっているのか、航空レーザから数値地形特徴を明らかにすることで、土砂災害リスク管理が従来の方法よりいかにメリットがあるかを明確に論述する必要があるという御意見がございました。

また、堆積に関しては下流に広がるのではなくて、谷底から谷口のほうに広がっているという説があり、データベース化すれば統計的に解析ができるのではないか。崖錐と沖積錐の区別が可能ではないかという御意見もございました。

災害危険度を考察することになっているのですけれども、災害危険度を定義した上での研究に臨むとよいのではないか。ここで言う危険度が崖崩れの危険度なのか、人や財産にかかわる危険度なのかが若干曖昧であるという指摘がありました。

研究の特徴としては、航空レーザの５ｍＤＥＭを用いることにありまして、それが正解ではないか、写真判読結果と突き合わせる必要性は何なのかという御質問がありました。航空レーザＤＥＭを使用する利点、優位性を示してはどうかという御意見もありました。

土石流の抽出も行うことになっていますけれども、５ｍＤＥＭではどの程度の大きさの地形までが抽出可能か、また植生で覆われた場合の微地形を判別することができることは理解できるけれども、写真判読では得られないどのような情報が５ｍＤＥＭの使用によって得られるのかについて、具体的な解析もしてほしいということでございました。

４年間の研究工程の記述が当時なかったのですが、本日はつけていただいていますので、改善されています。

最後に、最初にも述べましたように、年々ゲリラ豪雨が増加しておりまして、地震の頻発、火山活動の活性化を考えると、極めてタイムリーな研究であって、土砂災害リスク管理への貢献が期待できるため、ぜひ研究を進めていっていただきたいという御意見でございました。

○委員長　どうもありがとうございました。それでは、委員の方から御意見、御質問等を受けたいと思います。

○委員　ちょっと専門外なので、本当に基本的なところから教えていただきたいのですけれども、まず山麓堆積地形はここだというのはわかっていて、それをもとに、そこの地形を詳しく調べることによって、ほかの地域もここが山麓堆積地形である、あるいはここは違うとかということを最初に決めて、さらにその中でどういう特徴が、それぞれの場所でどういう違いがあるかを調べるということですか。そういう理解でいいのですか。

○発表者　はい、そのように考えております。

○委員　それで、特に災害との関連で言うと、例えばスライド11のところに「山麓堆積地形の種類（沖積錐か土石流堆か等）」と書いてありますが、この種類が違うことによって、災害リスクが非常に大きく変わってくるということですか。

○発表者　一般的には、崖錐は崖崩れによる崩壊物の堆積物、崖崩れは頻度がかなり頻繁なものです。土石流等の堆積の結果によってできるものが沖積錐ですとか扇状地です。ただ、沖積錐と扇状地については用語の混乱が見られまして、具体的に、例えば傾斜何度で分けるかというものについては､現段階ではオーソライズされていない状態かと思います。

○委員　基本的に目的は、その種類を分けることによって、それぞれの場所の災害リスクがどの程度、ここはそんなに心配しなくてもいいとか、ここは大雨が降ると、また崩れて災害になる可能性が高いとか、そういうような違いというか、数値化できるかどうかは知りませんけれども、そういうような危険度の違いをそれぞれの場所で出していこうということになるのですか。

○発表者　上流部の集水域の調査分析もモデル地域で行うことにしておりまして、その結果から、堆積地の上流域の土砂生産のアクティビティーのようなものをある程度ランクづけして、それによって堆積地の危険度、土石流等の災害のリスクの危険度を少なくとも優先づけのようなことができないかと考えているところです。

○委員　これは直接の研究というより、リスク管理という観点でのむしろ発表とか公表の問題ですが、この研究の結果を発表することによって、例えばそこに住んでいる人とか、

何かそういった関係でいろいろ開発している事業であるとか、そういったことに影響を及ぼすと思います。そういうことを考慮した場合に、この発表に対していろいろ考慮しなければいけないことはあり得ると思うのですが、そういったことがありましたらちょっとお教えいただきたいと思います。

○発表者　地元の反対とかで、恐らく土砂災害警戒区域の指定に砂防部が非常に苦労されているところかと思います。本研究につきましては、土砂災害警戒区域のように、流出ポイントを指定して、そこからいわばシミュレーション的に範囲を設定する種類のものではなくて、実際にどこに堆積地があるか、そういうものをまず抽出して示そうという研究です。結果につきましては、国土交通省内で逐次どんどん中間報告を行って、情報を共有していきたいと考えておりますのと、あとは一般には、社会情勢を見ながら前向きに検討していきたいと考えております。

○委員　そういう情報の公開は、研究として公開すべきだというのと、実際の住民の人から見て、それが非常に利害といった面が関係しますので、多分研究者個人としてどうすべきかということよりは、むしろ地理院とか国土交通省のポリシーに多分なるとは思うのですけれども、そういった面の考慮もしたほうがいいのではないかなという気がちょっとしました。

○発表者　公表の件につきましては、恐らくこれからの４年間でもどんどん社会情勢は変わっていくと思いますので、その都度柔軟に前向きに考えていきたいと考えています。

○委員　御説明どうもありがとうございました。非常に社会的な意義の大きな研究で、研究成果は、今の社会情勢、これからの社会情勢を考えると、社会的なインパクトが物すごく大きいと思います。それはどこで思ったかというと、スライド４のところで、昭和44年のところで広島の造成地、もう警鐘を鳴らされているのですね。それが無視されてしまった。網羅的に開発が続行されて、結局、スプロールがどんどん進んでいったというのを書かれておられますね。

　でも、その当時はそうだったのですけれども、今どんどん人口減少と少子高齢化、超高齢化ですね。今の都市計画とか市街地の開発の考え方だと、危ないところに住まないとか、どうせ人口が減少していくのだったら、ちょっと御高齢の方が郊外の危ないところに住んでいると非常に危険なので、もう少し都心に近いところで住んでいただくとか、そういった考え方が最近主流になってきつつあるのですよ、コンパクトなまちづくりとかコンパクトシティーの考え方です。

そういったところにも大きな影響を与えると思いますので、ぜひこれからの社会的な情勢をお考えになるときに、そういったまちづくりとか住まい方ですか、市街地開発、縮退という言い方をよくしていますね、スマートシュリンクのことです。そういうふうに世の中の状況が変わっていっていることにウォッチされながら研究を進めていただけたらと思います。質問というよりもコメントなので、よろしくお願いいたします。

○発表者　貴重なコメント、どうもありがとうございます。確かに近年の土砂災害では、山間部の高齢化が進んだ地域などで、もう集落が再建されずに放棄されるケースなども出ておりまして、災害に遭ってからではなくて、その前にと、そこは非常に重要であると考えております。

○委員　スライド15にある研究の流れについて確認させていただきたい。最初の２年間で地形の抽出手法の開発ということですけれども、その後で、その手法ができたらば、29年度から３年間、日本全国のそういう山麓地区を対象に解析が始まるわけでしょうか。何か物すごく対象が多いと思うので、これは研究としてそういう手法の開発がメーンであって、全部を網羅して解析するのが、そこまで含めての話でしょうか、それともそれはまた別に、手法が開発されれば、地理院の別な業務としてそういうことを行うということでしょうか。

○発表者　山麓堆積地形の抽出手法を初年度、２年度である程度固めた後に、全国、非常に岩相であるとか気象条件、さまざま異なっておりますので、できるだけいろいろな地域を調査分析しながら、抽出手法をブラッシュアップ、微修正しながらデータをどんどんつくっていく。そういうふうに考えておりまして、基本的には網羅的に抽出は行いたいと思っております。

○委員　そうすると、この研究が終了した時点では、日本全国のそういう対象は網羅されていると考えてよいのですね。

○発表者　航空レーザの５ｍのＤＥＭを用いる規格は統一されておりますので、計画を立てておりまして、現時点では国土の半分ちょっと整備されております。

○委員　コメントですけれども、１番目の研究の火山噴火系とこの土砂災害は、まさに非常に社会性の高い研究でありますし、タイムリーという点でも大変評価されるものだと思います。ぜひ研究を進めていただきたいと思いますが、特に土砂災害リスク管理関係は、今も幾つか御意見が出ましたけれども、これから国土交通省を初めとして、各自治体の皆さんにいかに活用していただくかが非常に重要なところで、ぜひそういう防災、減災対策に生かせる高度化を期待したいと思いますので、ぜひ頑張っていただきたいと思います。

○発表者　コメント、どうもありがとうございます。

○委員長　今のこととかこれまでの質問等に関係するのですが、スライド６にあるような昭和46年から平成18年度までの主要国道の、これをやっていたころは、これは公表されませんでした。でも、今は水害対策、あるいは先ほど出てきた警戒区域も含めて、地方自治体を含めて公表されていますから、そういう意味では、大分社会情勢が変わってきたということだと思います。

忘れないうちに、59ページの「段丘・丘陵・山地等の浸食面」の浸食は、これでも間違いではないのですけれども、「侵」を使うことのほうが多いと思います。ウィンドーエロージョンのエロージョンに対応するので、風による「侵食」のとき、「浸食」だと齟齬が生じ、地形学連合といいますか、日本の地形学会でも「侵食」を使うようになっています。国語辞典だと「浸」が先に出てきたりしますが、中国語でも「侵食」ですから、そういう意味では、多分地理院としては「侵食」を使ったほうがいいと思います。

山麓の堆積物は、都市周辺のところで最近開発が進んで、大分前からですが、人がたくさん住んで、広島みたいに災害が起こるということですが、堆積面を崖錐、沖積錐、扇状地みたいな形で分析して、災害リスク管理に生かそうというのは、そういう意識でやられた研究は余りないと思います。しかも最近は、写真判読をできる人が少なくなってきていますので、それは数値化して、どちらかというと、素人でもというか、機械的にできるようになると、一層効率的。先ほど説明があった、これを全国でやろうとすると、ちゃんとした事業として十数年ぐらいかけないとできないのではないかと思うので、その基礎をつくってもらえばいいと思うのですが、スライド13の教師データみたいなところでやるときに、どのような地形要素を取り上げて、沖積錐だとか崖錐だとかというのを区別していくか。その地形要素の選び方がすごく大事になってくると思うのですが、どんなふうなことを考えていますか。

○発表者　現時点で、スライド10にありますように、100ｍ単位の粗いＤＥＭであれば、傾斜と谷密度のようなものの関係、表面のテクスチャですね。そういうものでかなり侵食されている段丘面のようなものと、山麓堆積地形はかなり明確に分けられるという感触は持っております。ただ、それを航空レーザに適用する場合に、恐らくノイズの問題が非常に大きいと思いますので、そこを解決した上で、恐らく傾斜と表面の滑らかさ等、そういうもの、あとは地上開度などもありますけれども、そういういろいろな地形量の組み合わせから試してみたいと考えております。

○委員長　これだと、傾斜と凸部の分布密度みたいな点で、幾つかの部分に分布しているので、地形要素ごとに１つのまとまりがあるみたいなことですが、数値データとしては、曲率とかそういうのも計算できますね。それから、むしろ一番大事なのは、地形そのものを機械でやらせるようなことまで考えたほうがいいのではないか。そうすると、山腹斜面から山麓斜面への落水線の角度が急変するあたりをつないでいくとか、そういうようなもう少し高度なテクニックまで導入するような方法を考えていったほうがよい。先ほど言いましたように、技術者というか、判読する人が少なくなって、いいかげんな地形分類をつくられても困りますね。だから、そういう意味では、機械的だけれども、それでも素人がやるよりは、精度がいい分類をちゃんとできるような手法を考えていったほうが大事ではないかという気がしました。

○委員　わざわざ研究室に来ていただきまして、説明をしていただきありがとうございます。

１つだけ、用語のことですけれども、災害危険度とかこういうようなのを使われていますけれども、ここでやっているのは、基本的には災害因子、危険というのは先ほどコメントがありましたけれども、人間にとって、集落にとって、そういうような崩落するのが危険なので、実際にこれは崩落するかどうかは、降雨とかいろいろな条件が必要なので、だから、これだけ分類したから危険だよとか、そういうのばかりあおってはどうかということもあるので、コミュニケーションのときにすごく気をつけたほうがいいと思います。そういう情報をどういうふうに使われるのか、受け取ってくれる人の立場も多少考える必要もある。もちろん隠すことはないのですけれども、ですから、崩壊危険性とかそういうのを使ったほうが望ましいかという話かもしれません。

○発表者　降水量から崩壊の危険を研究している方ですとか、いろいろいらっしゃいますので、異分野の崩壊の研究者の方と積極的にコミュニケーションをとりながらやっていきたいと考えております。

○委員長　ほかになければ、どうもありがとうございました。

これで３件説明を聴いて、分科会の講評、各委員からの意見が出ました。あとは全体の講評ということで、委員の方、向こうの部屋に移っていただきます。10分、15分かかると思いますけれども、話がつきましたら、またこちらに戻ってきますので。では、委員の方、向こうに移っていただきたいと思います。