

林道補修への活用に向けた GIS による洗掘発生箇所 の推定

米代東部森林管理署上小阿仁支署 主事 ○沖田 雄都
主事 ○吉田 竜響
主事 ○菊池 琉佳
主事 三浦 真澄

1 背景と目的

適切な森林施業を行う上で林道などの路網の整備は必要不可欠であり、その強靱化・長寿命化は現行の森林・林業基本計画にも示されています。一般的に林道は降雨などの気象現象に対して脆弱であり、様々な被害を受けていますが、その中でも代表的なものとして路面洗掘があげられます。

路面洗掘は林道上を流れる水によって路体が深く削られる現象であり、放置することによって図1のように被害が拡大し、車両の走行を妨げてしまいます。しかしながら、被害の兆候を早期に発見することで比較的 low コストで修繕を行えるため、日常点検をこまめに実施するなど、日頃の維持管理が被害軽減に大きく貢献します。



図 1 洗掘された林道の例

一方で業務の増加や多発する災害などから、日常的な点検に人的リソースを割くことができないという課題もあります。また、土地勘のない新任地での業務や、経験年数の浅い職員の場合にはどうしても現場での修繕の対応が後手に回ってしまうことも考えられます。このような現状において、林道上のどこで洗掘が発生しやすいのかをあらかじめ明らかにして、その情報を利用して林道の点検を行うことができれば、業務の省力化・効率化に寄与するのではないかと私たちは考えました。

以上の点から、林道上において洗掘が発生しそうな箇所（以下危険箇所と呼称）を GIS ソフトを用いて抽出することを本調査の目的としました。その上で推定された危険箇所と実際の発生状況との整合性や、得られた情報を業務に活用する方法について考察を行いました。

2 調査方法

(1) 概要

本調査では GIS で抽出した危険箇所と、実際に林道を踏査して確認した危険箇所を比較することで、抽出結果の整合性を検討します。GIS ソフトとしてはオープンソースソフトウェアである QGIS を選択し、一部の解析に同梱の GRASS GIS を使用しました。

また、今回の調査が試行的なものであることや、過去を含めた洗掘発生箇所のサンプル

数を十分に確保できないなどの理由から、本調査では危険箇所を抽出する方法として、定量的な指標は算出せず、定性的な指標、すなわちリスクがあるかないかを算出するにとどめました。

(2) GISによる推定方法

GISによる推定を行うために、本調査ではその発生の要因を図2のように急勾配と水の流入の二つに単純化しました。すなわち、林道の勾配が急で、そこに水が流入する起点が存在することではじめて林道上を水が流れ、洗掘が発生すると仮定しました。この仮定をもとに、洗掘発生を推定するための要素として「勾配」と「発生起点」の二つを設定し、それぞれGISを用いて条件を抽出できるような地形データを準備しました。

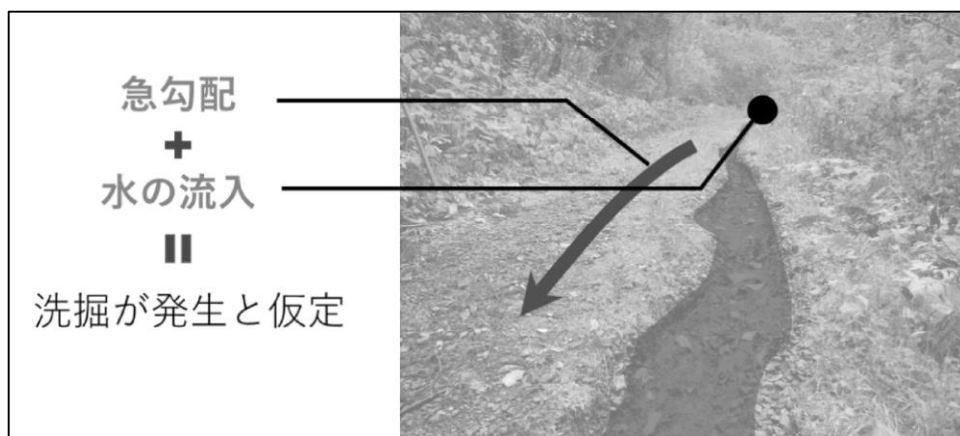


図 2 洗掘発生の要素を示した概念図

① 洗掘発生の要素

ア 林道勾配

勾配については林道の線形を示すベクタデータと、標高を示すラスタデータをもとに林道の平均勾配を算出します。林道のデータについては、衛星写真等を用いてその線形を実際のラインに沿うように修正しました。標高データについては管内全域を対象とした10mメッシュDEMを利用しました。これら2つのデータから林道の100m区間における平均勾配を算出しました。

イ 発生起点

発生起点について、林道上に水が流れ込む箇所として法面から地下水が湧出する場合と、沢との横断部の2つが想定されますが、地下水の動態はその周辺の土質などが複雑に作用しGIS上で予測するのは専門的な知識・技術を要するため、今回は沢との横断部のみを発生起点となりうるものとして設定しました。

沢の横断部、すなわち林道と沢との交点をポイントデータとして整理するためには、林道のラインデータのほかに、沢のラインデータを用意する必要があります。従って沢の線形を解析する必要がありますが、本調査ではこの解析に累積流量とよ

ばれるデータを使用しました。これは標高と同じく DEM データから推定される値で、メッシュ状のセルをその構成単位として、各セルのもつ標高データから水の流れる方向を計算し、これを集積することで各セルの上を流れる水の流量を相対的に推定しています (図 3)。図 4 はその具体例であり、この累積流量を用いることで沢の線形のほか、その流量の規模を把握することが可能です。

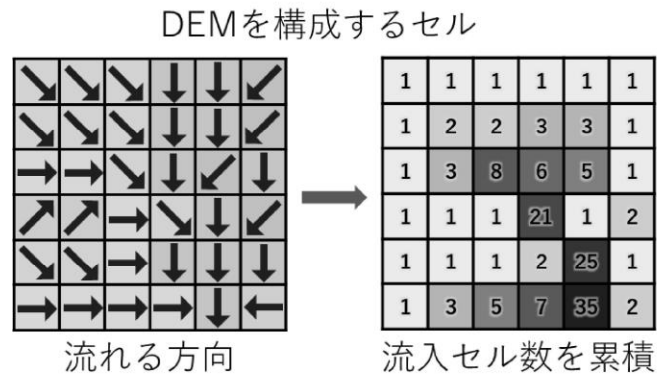


図 3 累積流量の処理フロー (ESRI ホームページをもとに作成)

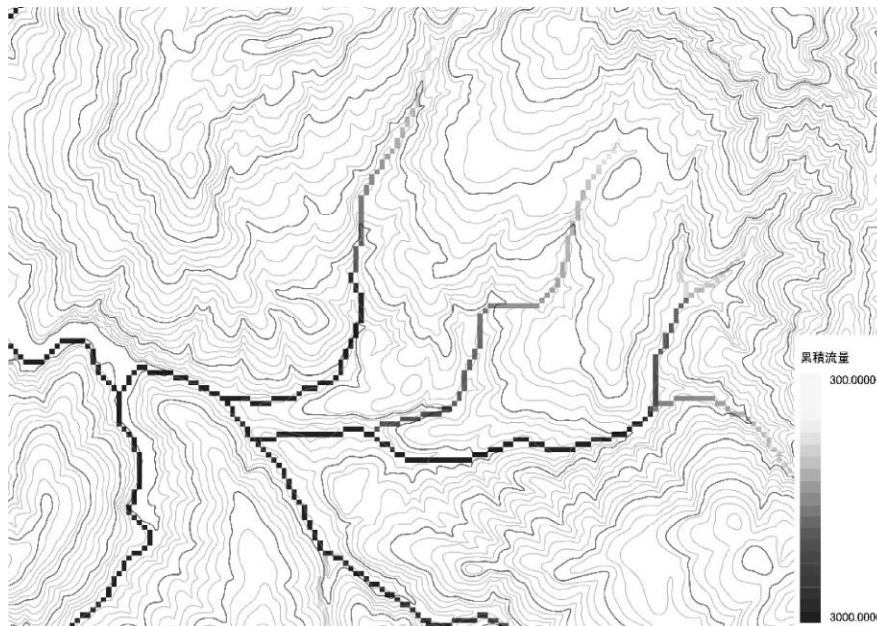


図 4 累積流量の具体例
等高線図上に着色した累積流量値を表示させたもの

② 各要素における条件設定

林道勾配については林道規程を参照して 100m 区間での平均勾配が 10%を超える区間を急勾配の区間として条件設定しました。発生起点については沢に水が流れているか否かを条件としますが、累積流量のデータだけでは、沢地形の流量のポテンシャルを推定することはできても、実際に水が流れるかどうかの閾値を推定することはできないため、事前に一部林道をサンプルとして沢地形の水の流下の有無を調査し、累積流量値と結びつけることで沢の累積流量値に対する流下確率を推定、この確率が 0.5 となる累積流量の値を閾値として設定しました。

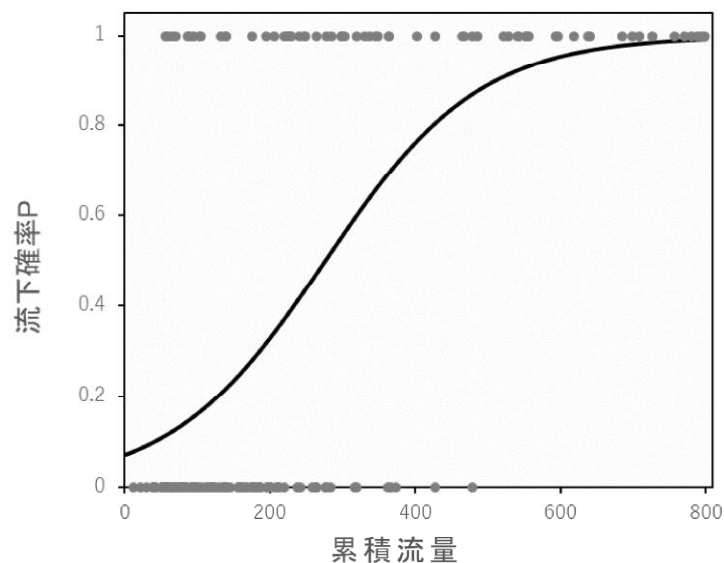


図 5 流下確率と累積流量の推定式

以上の条件をもとに、林道の勾配が 10%以上の区間において水が流れ込む起点が存在する、すなわち流量が閾値を超える場合、そこを洗掘発生の危険箇所として抽出しました。

(3) 現地踏査

GISによる調査と並行して行った現地踏査については、当支署管内の通行可能な 23 路線を対象として、洗掘が発生している箇所や流水を確認した沢地形の箇所について GPS に記録しました。調査は 2022 年の 9 月から 11 月上旬までの 2 ヶ月間行いました。

3 調査結果

GISによる解析の結果、当支署管内から 154 箇所の危険箇所が抽出され、これは管内 151 路線の林道のうち約 5 割に及ぶ 71 路線に散在していました。踏査した路線上には 35 箇所の危険箇所が抽出されていましたが、そのうち 9 箇所において実際に洗掘が発生していることが確認できました。一方で危険箇所として抽出されなかった 3 箇所においても洗掘の発生が確認できました。この 3 箇所は法面からの流水などに起因するものでした。図 6 に危険箇所の例を示しますが、すべての林道に均等に分布する

のではなく、一部林道に危険箇所が集中している事例も確認できました。

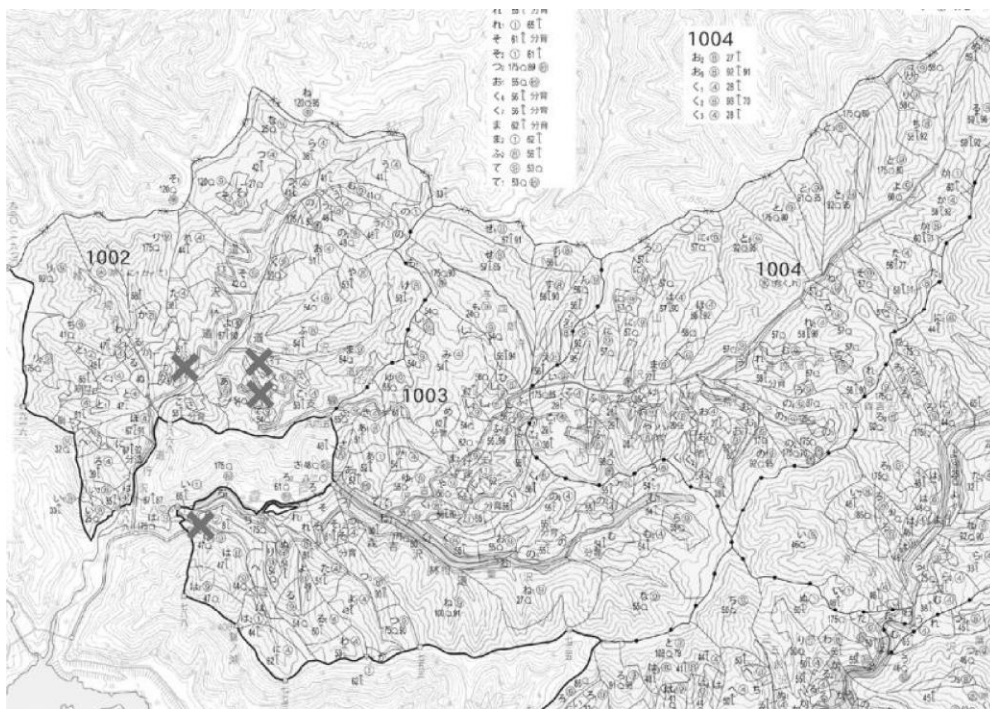


図 6 危険箇所の例（第 5 次国有林野施業実施計画図に図示）

4 考察

抽出された危険箇所には実際に路面洗掘が発生していた箇所の大部分が含まれていたことから、GIS による推定の結果はある程度の精度を持っているといえます。本調査で用いたアプローチにおいて、より危険箇所抽出の精度を上げるには、航空レーザー測量などで得られる高解像度の DEM データや林道線形データの整備、沢の流量を周年で観測することなどによる条件設定の精度の向上が重要であると考えられます。

一方で林道について考えてみると、洗掘発生危険箇所、すなわち洗掘発生リスクが高いことと、実際に洗掘が発生するかどうかには大きな隔たりがあることも読み取れます。このことから、洗掘が実際に発生するかどうかは、コルゲート管などの林道上に存在する構造物の状態に大きく左右される、すなわち、発生リスクの高い地点において横断部が土砂で埋まってしまうなどして、構造物本来の機能を果たせていない場合に洗掘が発生するということが示唆されました。

今回得られた情報の活用方法についてですが、現場での業務においては森林官と情報を共有し、日常点検の補助としての使用が想定されます。また、先述したように洗掘発生リスクの高い箇所を抽出しているため、署などにおいては、日常点検の指標としてだけでなく、林道の構造物の修繕に際して、限られた予算の中で事業を執行するために、その優先順位を決定させる指標にもなり得ると考えられます。今後も調査を継続し、定量的な指標の作成に向けて、さらなる洗掘箇所のサンプル収集やモデルの構築などを行い、情報の活用方法の幅やその応用の可能性を検討できたらと思います。

5 引用文献

宗岡ほか. 林道沿い斜面からの流入水の発生場所. 森林誌 30 (4), 2015, 159~164pp.
林野庁. 森林林業基本計画, 2021.

Esri ホームページ. How Flow Accumulation works.

<https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-accumulation-works.htm> (最終閲覧日 2022/2/24)