

# 高精度 DEM を用いた路面流の予測 報告書

宮崎大学農学部 森林緑地環境科学科

櫻井 倫

假屋 雅敬

令和 2 年 3 月

## 1. はじめに

皆伐が進む宮崎県においては、森林作業道を密に作設した車両系集材による作業システムが主流であり、あわせて林道、林業専用道も旺盛に敷設されている。高密度に作設された林内路網は斜面崩壊の原因となるため、開設時における通過位置の検討や開設後の維持管理による路面浸食の防止が求められる。林道をはじめとする林内路網において、路面の浸食を防ぎ、ひいては路体の崩壊を防止することは、今日の林業にあって施業面のみならず、その社会的責任からも求められている。

これまで、特に林内路網における崩壊の防止に関しては、峰松ら(1982)による横断排水溝の間隔の検討、酒井(1998)による法面の崩壊発生箇所の条件の検討、Son ら(2014)による流れ盤、受け盤の判別を用いた崩壊危険地の予測をはじめ、さまざまな研究が行われている。また近年では、航空機 LiDAR による 50cm や 1m といった高精度の地形データ (DEM) を用いた崩壊に関する研究が行われている。たとえば、白澤ら(2018)は時間差をおいて取得した同じ地域の高精度 DEM を比較して崩壊地の抽出を行い、浸食率を用いてその類型化を試みている。また Yoshida ら(2019)は同様に森林作業道開設の前後に取得した高精度 DEM を比較して、表面流の流路や流量の変化を求めている。

路面の浸食、崩壊を防止するにあたり、路面に流れこむ水の量を推定することはきわめて重要であり、流域面積を基本として研究、検討の対象となっている。この道路への流入水についても、高精度 DEM を用いることでより精密な検討が可能と思われるが、一方で航空写真からデータを得た 10m メッシュを用いて予測された路面への流入量と実際の流入量には大きな開きがあるとの報告もある (宗岡 2015)。そのため、レーザー測量による高精度メッシュを用いることで路面への水の流入が実用的な精度で予測できるかどうかを明らかにすることは、今後の林道や森林作業道の計画において重要な要素となりうる。

本研究では、高精度 DEM を用いた路面へ流入する表面流の予測の可能性を検討するために、路面の浸食が認められた地点において浸食の断面積を測定し、高精度 DEM による予測結果と比較した。

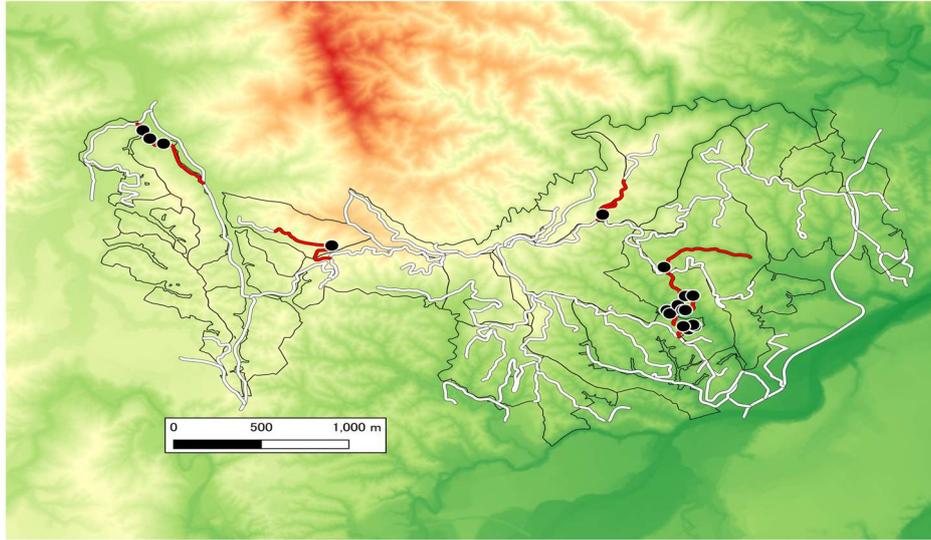


図-1 調査路線（赤線）と調査地（黒点）

## 2. 手法

宮崎大学田野フィールド（演習林）内の林道を対象とした。聞き取り調査によって路面流が発生しやすいとされたホリグチ林道～タカノス林道、ヤマバト林道、コジュケイ林道、マエサコ林道の4本の路線を選択し、各路線において路面に浸食が認められた箇所での浸食断面積を測定した。選択した4路線および断面積を測定した地点を図-1に示す。

一方、数値地形図として国土交通省より公共測量成果として得られた田野フィールドを含む一帯の1mメッシュDEMの提供を受け、断面積を測定した地点における集水面積を推定した。集水面積の計算には地理情報システムSAGAに搭載されているFreemanらが考案した多重流線（Multiple flow direction）法をDEMに適用することで行った。また、比較対象として国土地理院が作成、配布している基盤地図情報10mメッシュを用いて、同様に断面積における集水面積を推定した。田野フィ

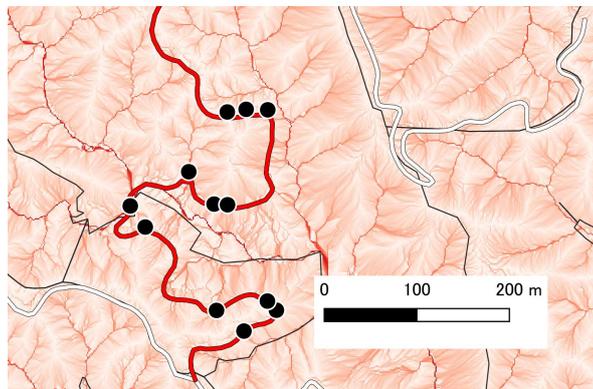


図-2 田野フィールド内の集水面積（1mDEM）  
（ホリグチ林道付近抜粋，白:小←集水面積→大:赤）

ールド全体で集水面積を計算した結果を、一部計測地点の周囲を抜粋して図-2 および図-3 に示す。

### 3. 結果

1m メッシュで集水面積を計算した結果と同地点の浸食断面積を比較した結果を図-4 に、また 10m メッシュを用いて集水面積を計算したときの比較結果を図

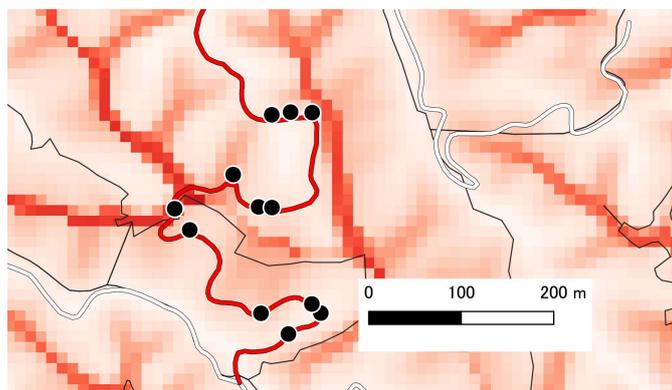


図-3 田野フィールド内の集水面積 (10mDEM)  
(ホリグチ林道付近抜粋, 白:小←集水面積→大:赤)

5 に示す。図-4 に示すとおり、1m メッシュによる集水面積の推定結果と路面上の浸食断面積の間には  $r = 0.6409$  ( $p < 0.01$ ) となる強い正の相関が示された。一方で、図-5 に示すように、10m メッシュから推定された流量は路面の浸食断面積との相関は  $r = -0.2372$  となり、相関関係は見られなかった。この結果は宗岡(2015)の報告とも一致しており、全国的に整備されている 10m メッシュであるが、路面浸食や斜面崩壊を予測する資料として使用することは難しいことが改めて示唆された。

### 4. 考察

図-4 の関係より、1m メッシュを用いた集水面積の推定、すなわち表面流の流路の推定は、道路の作設、維持工程において、十分有用である可能性が示された。今回は実際の流入量を測定せず、浸食された断面積による流入量の推定であったため、今後具体的な路面への流入量を測定し、メッシュデータから推定された流入量と比較、検討していく必要がある。また、浸食を生じる力すなわち掃流力は、流量に加え斜面勾配が要素として含まれるため、今後の検討においては加味する必要があると思われる。

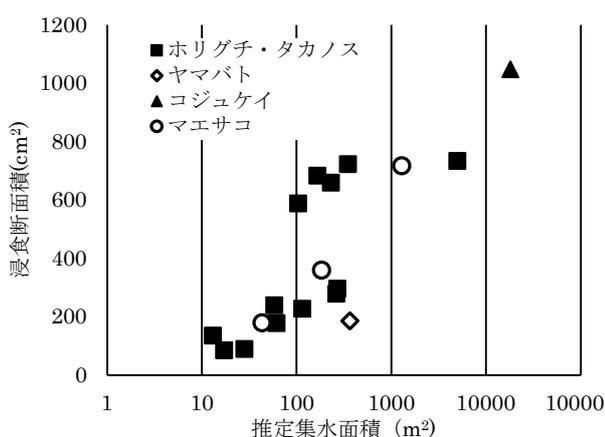


図-4 測定断面積と推定集水面積との関係  
(1m メッシュ)

また、図-4 に示された相関関係をみると、浸食断面積 400~500cm<sup>2</sup>を境界として、2本の直線

に回帰することができ、すなわち 2 種類のグループに区分することが可能と推測される。今回の調査では事例が少なく、それぞれのグループに地形的な特性を導くことはできなかったが、今後データの集積を増やしていくことで、何らかの関係を見出しすることができると思われる。

一方、10m メッシュでは実際の浸食を予測することは困難であることがあらためて示されたが、これは標高データのとりかたが関係

していると考えられる。1m メッシュは航空レーザー測量により標高を決定しているのに対し、10m メッシュでは写真測量により標高を得ているため、立木に覆われた森林内の地表面の計測精度は低くなる。このため、林床における表面流の動きを再現することができず、低い予測精度になったものと考えられる。

## 5. おわりに

本研究により、路面の浸食や崩壊を予測するための資料として航空レーザーによる精密測量の成果は十分に利用可能であることが示された。また、写真測量による地形データでは精密な予測が困難であったことから、レーザー測量の有用性が示された。今後さらにデータを集積することで、路面の浸食や崩壊の危険度を容易に示すことができ、林道、森林作業道の災害防止に役立つものと思われる。

## 引用文献

Freeman, G.T. (1991) Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid: Computers and Geosciences, 17:413-422

峰松 浩彦, 南方 康 (1982) 横断排水溝の間隔に関する研究: 日本林学会誌 64(5): 193-197

宗岡 寛子, 鈴木 秀典, 山口 智, 田中 良明, 陣川 雅樹 (2015) 林道沿い斜面からの流入水の発生場所: 森林利用学会誌 30(4): 159-164

酒井秀夫, 櫻井 倫, 小林洋司 (1998) 作業道切取りの高とのり面崩落の関係: 東北森林学会誌 3:13-15

白澤 紘明, 斎藤 仁志, 戸田 堅一郎, 多田 泰之, 大丸 裕武 (2018) 高解像度 DEM を利用した崩壊危険地推定: 路線選定支援を目的として: 森林利用学会誌 33(2): 123-131

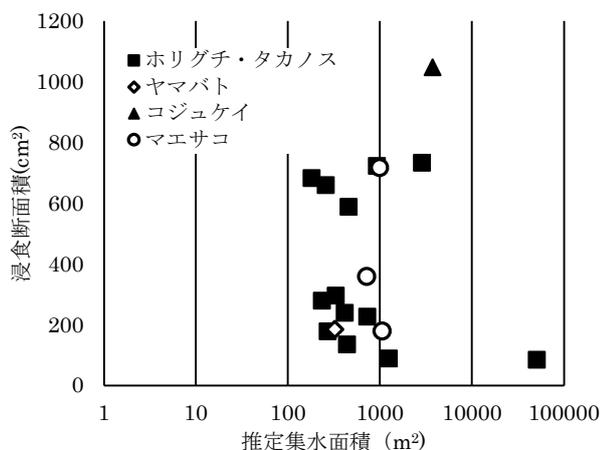


図-5 測定断面積と推定集水面積との関係 (10m メッシュ)

Son, J. Y., Sakurai, R., Nitami T., Sakai H. (2014) Development of a Method of Forest Road Network Planning Using GIS that Discriminates and Avoids Dip Slopes: 東京大学農学部演習林報告 130: 1-13

Yoshida M., Sakurai R., Sakai H. (2019) Forest road planning using precision geographic data under climate change: International Journal of Forest Engineering 30(3):219-227