

高精度 DEM による集水面積の計算結果と実測断面面積の比較

宮崎大学農学部 久木山弘忠・櫻井倫

はじめに

本調査事業では、令和元年度、2 年度と高精度 DEM を用いて林道に流入する水量を GIS により推定し、これを実測値と比較する研究を行ってきた。令和元年度においては林道の浸食された断面面積を計測してこれを GIS で推定した集水面積と比較し、両者に一定の相関があることを明らかにした。また令和 2 年度にはより精緻な予測を試み、約 20m の林道法面において道路に流入する水量を測定して GIS による推定値と比較したが、この測定においては予測値と実測値とに関係は見られず、1m 単位で道路に流入する水の量を推定することは困難であることが示された。

今年度は、令和元年度に行った研究を拡張し、林道の浸食断面面積と GIS による集水面積の関係を調査した。以前の研究では複数の路線を調査し、路面に浸食が認められた箇所においてのみ浸食断面面積を測定して推定値と比較していたが、令和 3 年度の研究においては 1 本の路線を対象として起点から終点まで一定間隔で浸食断面面積を調査し、集水面積との比較を行った。

方法

調査の対象とする路線として、宮崎大学田野演習林のコジュケイ林道を用いた（図 1、図 2）。コジュケイ林道は全長約 980m と比較的長く、また起点から終点まで分岐がなく車や人の通行量がきわめて少なく、雑草の繁茂もあまり見られな

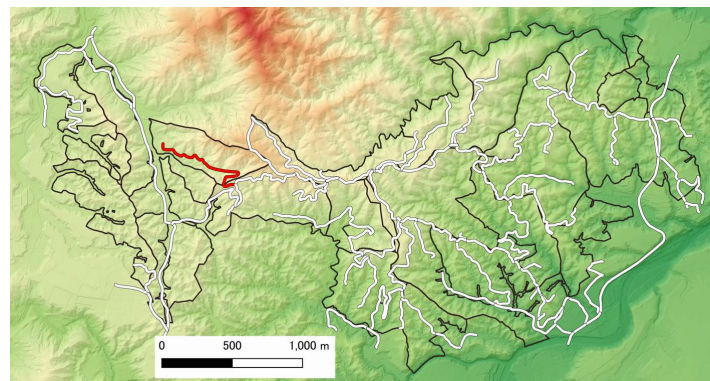


図 1 田野演習林の地形と林道網(赤線: コジュケイ林道)

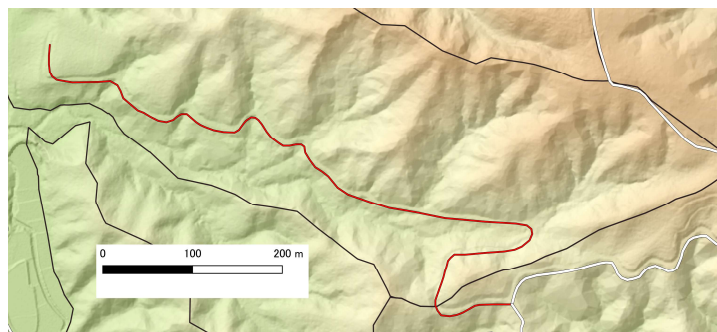


図 2 コジュケイ林道付近

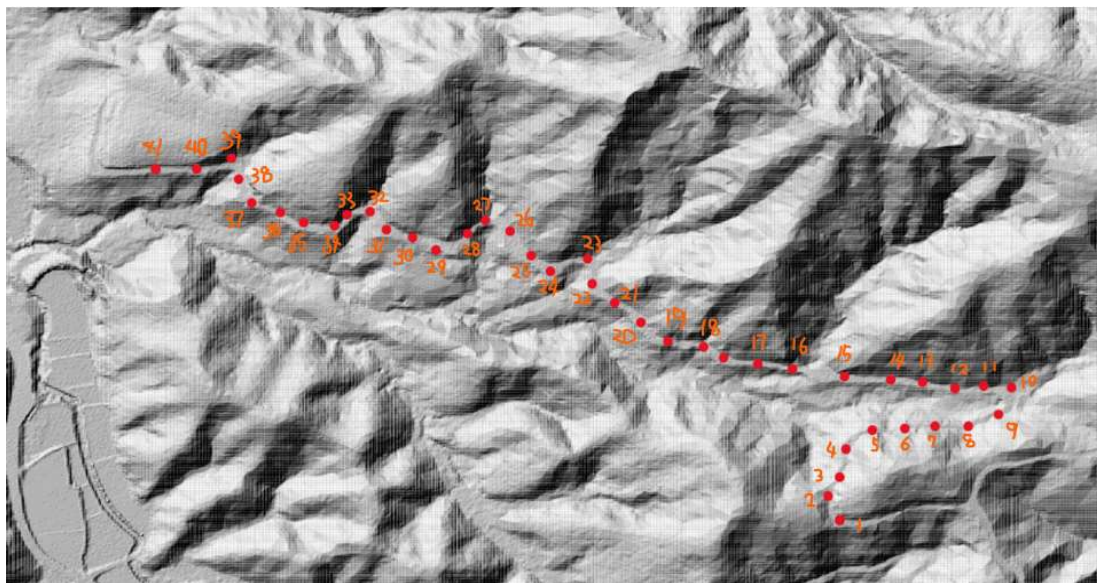


図3 測点の位置

かったため測量に適していることから調査対象に選定した。

コジュケイ林道の起点から終点まで20m間隔で横断測線を設け、41カ所で測定を行った。測定した地点を図3に示す。GPSで記録した計測点の位置をGIS上でマ



図4 浸食断面積の測定

ッピングし、地図上で林道や計測点間の長さ（平面距離）を測定した。また、浸食量は一昨年と同様に、図5上段のように両端の路肩の間でポールを横に倒して浸食前の路面と想定し、10cmごとに実測した地表面とポールの高低差を計測し、断面積を浸食量とした。ただし、基準線よりも高い位置に測点が存在する測線に関しては、図5下段に示すような凸型の基準線を想定した。

調査を行った林内道路では、流水の掃流力のみで形成された浸食溝だけではなく、車両の通行による轍の形成とその中を流れる流水の作用によって発達したと考えられる路面の変形がい

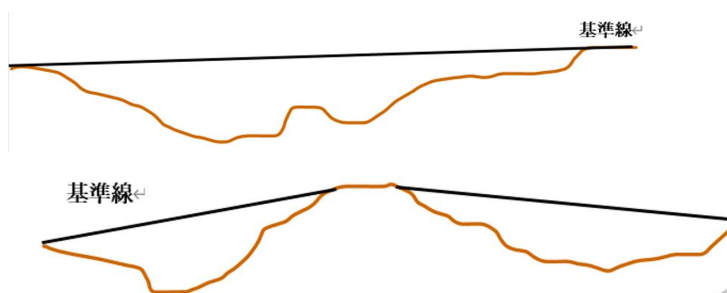


図5 浸食前の基準線(施工時路面)の推定

くつか見られたが、両者を区分することは困難であることから特に区分せず、まとめて浸食量とした。

一方、集水面積は国土交通省宮崎河川国道事務所より入手した 1m メッシュ DEM から QGIS を用いて計算した（図 6）。QGIS の SAGA 機能にある Terrain Analysis-Hydrology の Catchment area を用いて計 41 カ所の測線における集水面積を求め、計算結果 n に対して $\log_{10} n$ なる式により与えられる、集水面積の常用対数の値を用いた。

結果

各測点における GIS から計算した推定値と実測した浸食断面面積を図 7 に示す。また、両者の相関を図 8 に示す。集水面積が最大となった測点は No. 16 であり、実測した浸食断面面積も同様に最大であった。一方、集水面積が最小となった計測点は No. 30 であり、実測の浸食断面面積が最少となって測点は No. 35 であった。

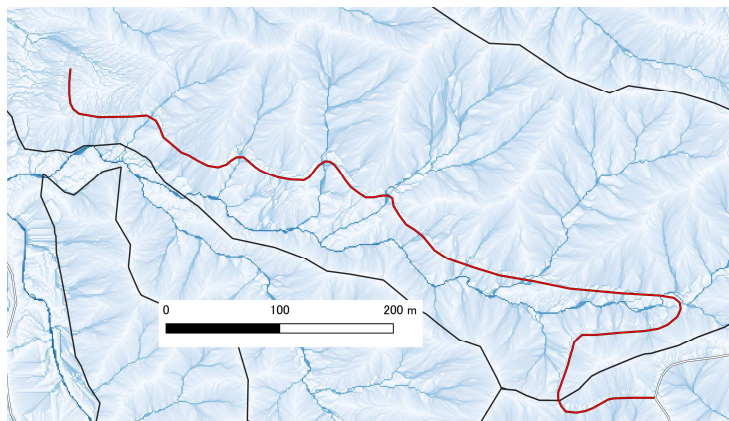


図 6 集水面積(常用対数)の分布

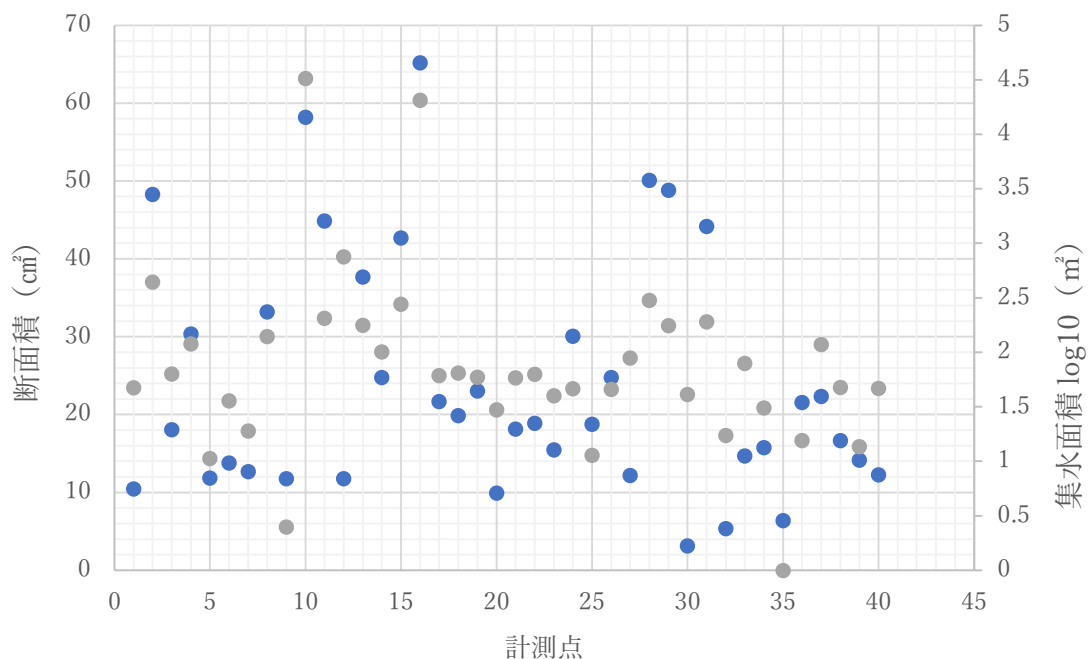


図 7 各測点の集水面積と浸食断面面積(灰色: 集水面積, 青: 浸食断面面積)

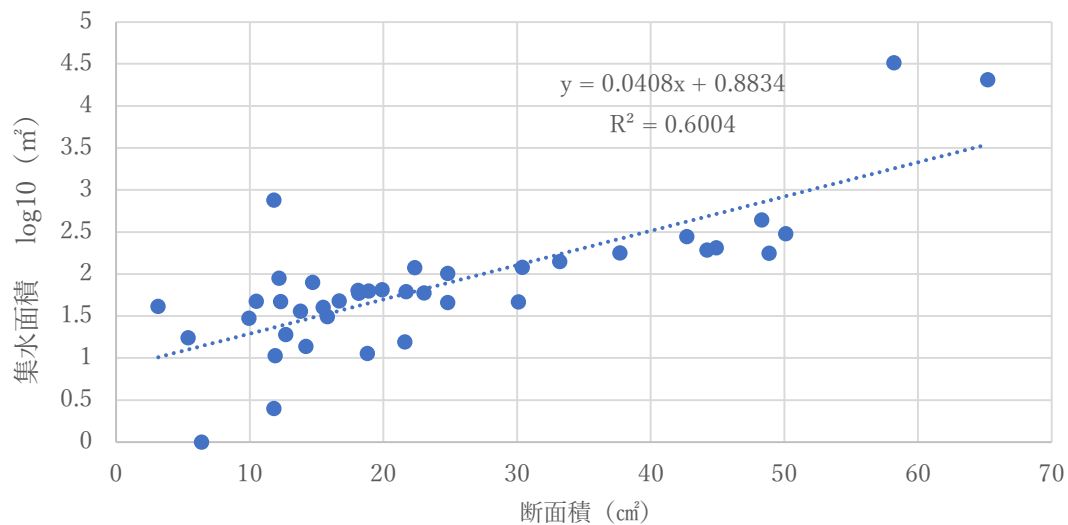


図8 浸食断面積と集水面積との関係

集水面積対数値の最大値と断面積の相関係数は 0.774 となり、強い正の相関が見られた (図8, $p < 0.001$)。また集水面積の対数値 $d[\text{m}^2]$ と浸食断面積 $a[\text{cm}^2]$ との間に、 $d = 0.0408a + 0.883$ なる回帰式が得られた。このように、高精度 DEM の集水面積から全ての計測点における浸食量を精密に予測することは困難であるが、およそは断面積計測の結果に適合していることがわかった。

考察

残差が大きい、すなわち回帰式のあてはまりが良くなかった測点をみると、集水面積と比較して浸食断面積が小さかった地点としては No. 10, 12, 16 が、また逆に集水面積からの推定値より浸食が大きかった地点として No. 9, 35 が挙げられる。これらのうち No. 10 および 16 は谷地形の出口に位置しており、また No. 9 と 35 は尾根部に位置している。すなわち、集水面積から浸食量を予測する場合、谷部においては浸食力を過大に評価し、逆に尾根部においては浸食力を少なく見積る傾向があると言える。ただし、すべての谷地形・尾根地形で同様の傾向が示されているわけではないので、今後さらなる検討が必要である。

また、浸食を起こす力を決定するのは表面流の流量だけではない。浸食力の指標として有用であると思われる水路の河床せん断力（掃流力）は水の密度、河床勾配、径深に比例することから、流量が同じであっても道路勾配が急である地点では路面を浸食する力は大きくなり、より浸食が進行すると考えられる。今後、路面の勾配も含めた検討が必要である。

まとめ

本研究では高精度 DEM と GIS により林道上の等間隔点における集水面積を計算し、また

同一地点における浸食量を実測して両者を比較した。その結果、両者には有意な相関が認められ、路面浸食への対応を考えるうえで重点的に対策すべき箇所を抽出できる可能性が示された。今後、路面勾配など因子を増やし、表面流の動向をより正確に予測して適切な対策を行えるように研究を進めていく。