

栃木県鹿沼市私有林における作業道路網開設過程の解析と自動配置プログラムの検討

有賀一広・古澤宏章・伊藤 要・森 勇佑・斎藤仁志・田坂聡明(宇大農)

要旨:本研究では栃木県鹿沼市私有林において作業道路網の開設過程を解析し、作業道路網の自動配置プログラムを検討した。調査対象地における作業道の年間開設量は、車両系機械の導入による、本格的な作業道の開設が始まった1995年から増加し、年平均開設量は1,564m、現在の路網密度は約118m/haである。標高と作業道路網開設過程の関係を解析した結果、大橋式作業道路網配置のように、沢沿いの林道から一度標高の高いところまで作業道を配置し、そこから等高線に沿うように作業道を配置していく方法をとっていることが確認された。次に樹種・林齢と作業道路網開設過程の関係を解析した結果、まず、沢沿いに植栽されたスギ林分を間伐するために、沢沿林道から作業道を開設し、その後、尾根沿いに植栽されたヒノキ林を間伐するために、さらに作業道を開設していると推測された。最後に作業道路網の自動配置プログラムを作成し、調査対象地においてこれまで主に間伐対象樹種とされてきたスギ林のみを配置計画の対象としてプログラムを実行した結果、現況の路網配置と大まかに一致する結果を得た。

キーワード:私有林, 作業道路網, 開設過程, 自動配置プログラム, GIS

I はじめに

効率的・効果的に作業道を開設するためには、林齢・樹種などの林分条件、標高・傾斜などの地形条件、保育管理・伐採などの施策計画などに基づいて、路網を配置し、開設順位を決定する必要があるが、路網配置計画を立案するためには様々な分析・考察が必要であるため多くの時間と労力を要する。そこで本研究では、私有林を対象に作業道路網の開設過程をGISを使用して分析し、作業道路網開設アルゴリズムの検討と作業道路網自動配置プログラムの作成を行った。

II 調査地の概要

調査地は、栃木県鹿沼市上粕尾(旧上都賀郡栗野町)にある、斎藤正氏及び父親の斎藤尊氏所有の山林である(図-1)。斎藤正氏は「有限会社高見林業」の代表として、自ら所有する226haの山林で林業経営を行うとともに、近隣の施策受託山林150~200haの施策を行っている。調査対象地は林地面積94haの西団地で、標高は500m~1,000mである(図-2)。

斎藤氏所有林が所在する上粕尾地域では、早くからスギ・ヒノキ林業が開始されており、調査対象地の森林もスギ・ヒノキ林が9割を占めている(図-3, 4)。高見林業では、スギ・ヒノキ人工林の伐期を80~100年として、長伐期優良材生産を目指し、当面は間伐を繰り返すこととしている(2)。

高見林業では、大橋式の考え方に準拠した作業道が開設されている。大橋式の路網配置は、まず等高線に直交するよう

に基幹作業道を設け、その後、等高線に沿うように作業道を配置する(3)。道幅は2.5mを上限とし、法面は直角になるようにし、法高は1.4mを上限とする。また、伐開で得た材で法面を強化する土留め工を設け、沢部を通過するときは洗越しを採用し、使用しない部分は植生による被覆を促すなどの水土保持への配慮がなされている。

III 作業道路網開設過程の解析

高見林業では毎年平均で約1,500mの作業道開設が進んでいる。路網の開設は自力で進められており、従業員の他、斎藤氏自身も重機のオペレータを務める。路網密度は団地により異なるが、平均93m/haとなっている(図-5)。調査対象地における作業道の年間開設量は、車両系機械(ウィンチ付グラブプラス運材車)の導入による、本格的な作業道の開設が始まった1995年から開設量が増加し、調査対象地における作業道を開設した年の平均開設量は1,564mである。調査対象地における路網密度は、作業道開設に伴って、1995年から急激に増加している(図-5)。現在の路網密度は約118m/haである。

調査対象地西側の作業道は突っ込みで開設されているものが多いが、これらは調査対象地東側の作業道と同様に、今後、近隣の小班が施策対象となり、作業道が開設される場合に循環路が形成される予定である(図-2)。ネットワーク完成時の循環路数に対する、現在の循環路数の比を表す α 指数



図-1. 高見林業所有林（青色：小班界，紫色：公道・林道，黄色：作業道，赤色：集材路）

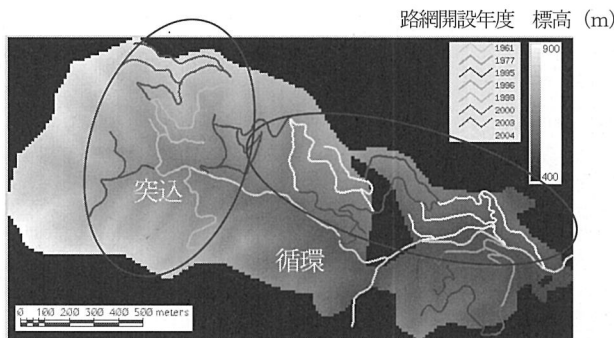


図-2. 現況路網と標高 (m) の重ね合わせ



図-3. 現況路網と樹種の重ね合わせ（青：小班界，濃灰色：スギ，淡灰色：ヒノキ，白：広葉樹，黒：対象外地域）

は1995年に0%であったものが、ここ10年間で6%を超えるまでに増加した（図-6）。

標高（図-2）、傾斜及び樹種（図-3）、林齢は開設費用や開設順位に与える影響が大きい。そこで路網の開設に影響を与えるこれらの因子と路網開設との関係を調べるために、それぞれの路網開設地の確率分布を開設年度ごとに分析した。なお、樹種、林齢に関する分析については、高

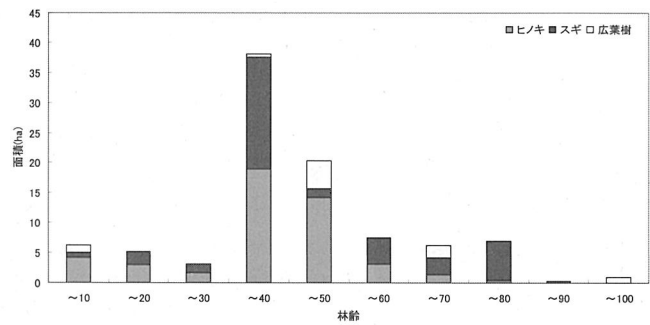


図-4. 調査対象地の齢級構成

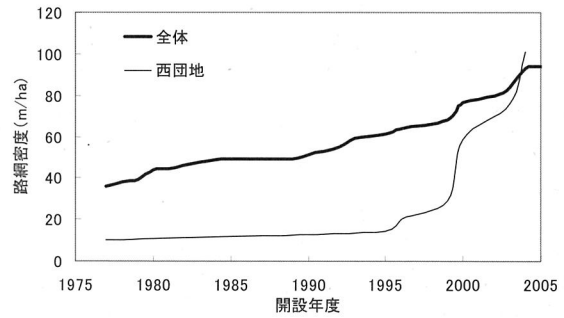


図-5. 路網密度の経年変化

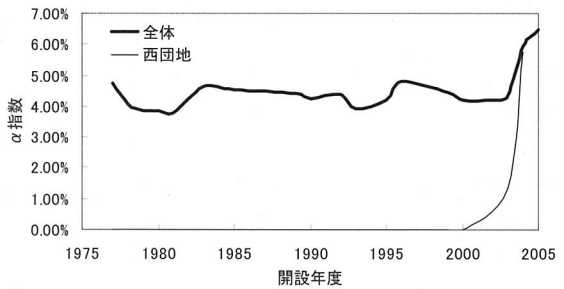


図-6. α指数の経年変化

見林業で使用されている木寄せ機械（ウィンチ付グラブ）の作業範囲を想定して、道路から両側30mを既設路網による作業が可能、すなわち、すでに必要な路網が開設されている場所（路網開設地）として取り扱った。

路網開設地における標高の確率分布を見ると、1995年以前は低標高地に路網が配置され、2000年までに標高の高いところまで路網が配置され、2003年以降、標高651~700mの地点に多くの路網が配置された様子が確認できる（図-7）。これは大橋式作業道路網配置のように、沢沿いの林道から一度標高の高いところまで作業道を配置し、そこから等高線に沿うように作業道を配置していく方法をとっていることを表していると考えられる。

各樹種・林齢における路網開設率を見ると(図-8)、高見林業が非皆伐施業による長伐期経営を行っているため、スギ林、ヒノキ林ともに高齢級の林分において路網開設率が高くなっている。一方、50年生以下の林分においては、21~30年生の林分においてヒノキ林の路網開設率がスギ林より高くなっているものの、他の林齢ではスギ林のほうが路網開設率が高くなっている。これは調査対象地においては、沢沿いに植栽されたスギ林分を、沢沿林道から作業道を開設して間伐し、その後、さらに作業道を開設して、ヒノキ林の間伐を進めていく施業方針によるものだと考えられる。

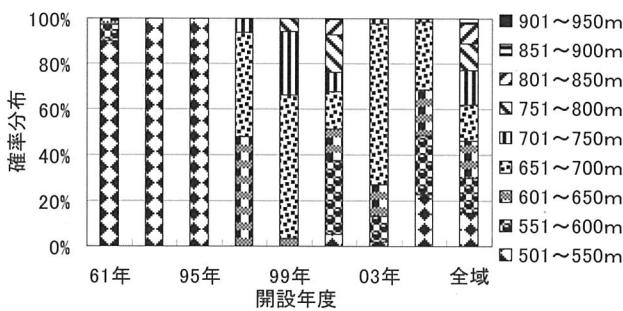


図-7. 路網開設地における標高の確率分布

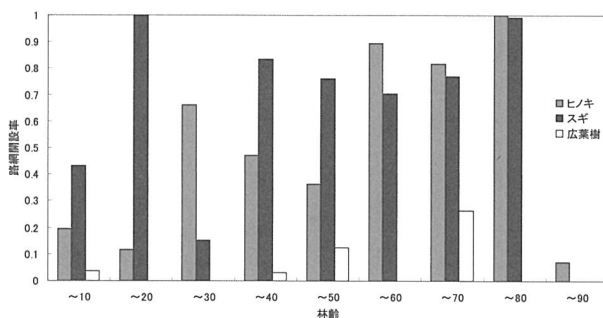


図-8. 各樹種・林齢における路網開設率

IV 自動配置プログラムの作成

路網の自動配置プログラムに関する既往の研究として、費用便益比を計算し、配置するものなどがあるが(1)、これらの研究は林道の長期的な計画を対象にし、便益計算において伐出材積は、伐期の蓄積を使用している。本研究では作業道の中期的な計画(10年間)を対象とし、施業が必要な林分へ重点的に路網を整備するような作業道の自動配置プログラムを作成することを目的として、便益計算における伐出材積を路網開設時の蓄積と間伐率(20%)を使って算出するように変更した。

路網配置プログラムの基本的な流れは、1) 林齢30~80年までのスギ・ヒノキの植栽されているグリッドから、既設路網までの最短距離 L (m) を算出する。2) 既設路網に隣接したグリッドを開設候補点として、各開設候補点まで路網が延伸された場合に L が短縮されるすべてのグリッドの持つ便益(伐出材積(間伐率20%) × 立木価格)の合計 B (円) を各開設候補点について求める(図-9)。3) 各開設候補点までの作業道開設費 C (円) を道幅2.5m, 法面は直角の全切として、伐開除根・掘削費用を計上して算出する(図-10)。4) 費用便益比 B/C の最大となる開設候補点を次の開設点とする。

今回は、1995年から作業道の開設を開始するものとし、1995年以前に開設された沢沿林道はあらかじめ配置された状態からプログラムを実行した。開設年度は実際の路網開設年度と同様に設定し、各年に実際に開設された距離に達するまで路網を計画し、実際の開設距離に達すると林齢を次の開設年に対応する値に変更する。林齢を増やすことによって、間伐対象林分およびその材積が変化し、結果として便益も変化することとなる。

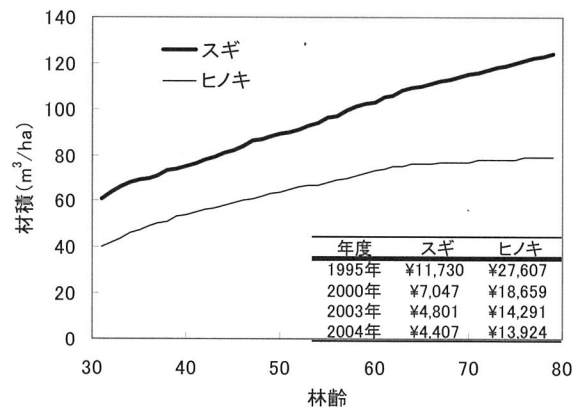


図-9. 伐出材積と立木価格 (円/ m^3)

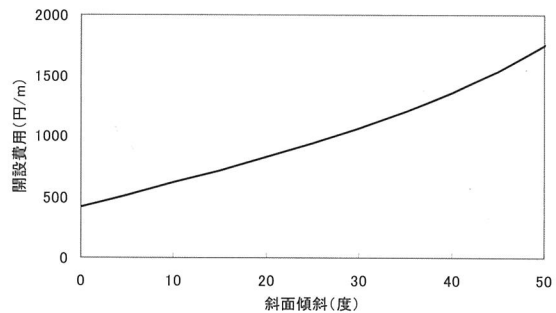


図-10. 作業道開設費用

V 自動配置プログラムの実行結果

まず、路網の自動配置プログラムに関する既往の研究(1)と同様に、伐出材積に伐期の蓄積を使用して、プログラムを実行したところ、路網配置は林地全体に配置にされ(図-11)、現在の路網配置とは異なった結果となった。次に、伐出材積を路網開設時の蓄積と間伐率を使って算出するように設定し、プログラムを実行したが、その結果は、伐出材積に伐期の蓄積を使用した場合とさほど変わらず、現在の路網配置とは異なっていた。これは今回の対象地では今回想定した間伐対象林齢 30~80 年以外の林分が少なかったためであると考えられた(図-4)。そこで、これまで高見林業ではスギ林を主に間伐対象樹種としてきたことが推測されたことから、便益計算においてヒノキ林を対象とせず、スギ林のみを対象としたところ、実際に路網が配置された場所と大まかに一致する結果を得ることができた(図-12)。

平均集材距離を見ると(図-13)、実際の路網と比べて、プログラムで計画された路網は全て平均集材距離が短くなっている。とくに 1995 年は実際の路網では調査地南東の狭い範囲の林分に路網が開設されたため、平均集材距離の減少が小さいが、プログラムでは費用便益比の高い、すなわち、集材距離の短縮効果が大きい路線を優先的に計画しているため、平均集材距離の減少幅が大きい。プログラムで計画された路網の中では伐期蓄積を用いて計画した場合が平均集材距離は最も短く、次いで、路網開設時の蓄積を用いて計画した場合、スギ林のみを対象として計画した場合の順となっているが、実際の路網配置の平均集材距離には、スギ林のみを対象として計画した場合の平均集材距離が最も近い値となった。

VI おわりに

本研究では栃木県鹿沼市私有林において作業道路網の開設過程を解析し、作業道の自動配置プログラムを作成した。調査対象地においてこれまで主に間伐してきたスギ林のみを配置計画の対象としたところ、現況の路網配置と大まかに一致する結果を得た。

ただし、今回は樹枝状路網の配置プログラムを検討したが、実際の路網では、路網密度が高くなるにしたいが、循環路網が形成されている。今後は循環路網の配置アルゴリズムについても検討する予定である。

謝 辞

本調査地を使用させていただいた「有限会社高見林業」斉藤正氏に感謝申し上げます。

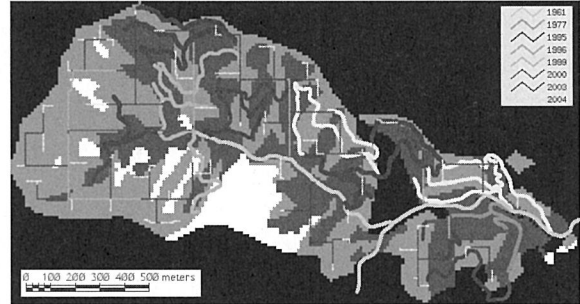


図-11. 伐期材積を用いて計画された路網配置
(太線が実際の路網、細線が計画された路網)

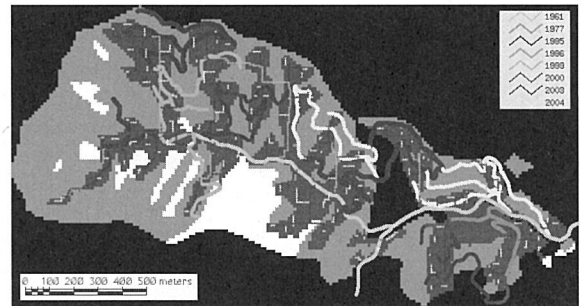


図-12. スギ林のみを伐採対象として計画された路網配置
(太線が実際の路網、細線が計画された路網)

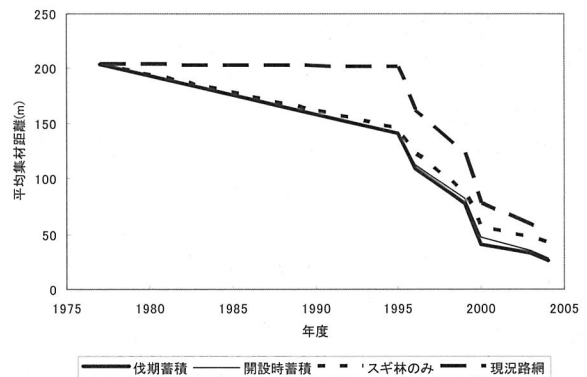


図-13. 平均集材距離

引用文献

- (1) 小林洋司 (1997) 森林基盤整備計画論—林道網計画の実際—. 205pp., 日本林道協会, 東京.
- (2) 日本森林技術協会 (2005) SGEC 森林認証審査報告書 (概要版) 斎藤正氏経営森林
- (3) 大橋慶三郎 (2001) 道づくりのすべて: 全国林業改良普及協会, 東京