

数値地形図を用いた路線配置の自動化について

九州大学農学部 車 斗松・綿引 靖
中尾 博美

1. はじめに

林道網配置計画において、林道路線選定の重要性は言うまでもないことであるが、路線選定に際しては選定の評価基準をいかなるものにするか、またどのような手法で路線選定を行うかが最も大切な問題になってくる。さらに、評価基準は路線の開設目的によって異なり、また路線選定にはこれまでさまざまな手法が考えられ利用されている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。

したがって、本論では格子状数値地形図を用いて、開設目的に応じて評価基準を設定し、電算機により自動的に路線を探索しながら路線選定を行う方法について検討した。

2. 電算プログラムの考え方および評価基準

1) 基本的な考え方

計画対象区域内に、林道を適正に配置する手順を示せば、次のとおりである。

①縮尺5千分の1の対象区域地形図に実距離50m、すなわち1cm間隔の正方形メッシュをかけ、各グリッド（以下地点）の平面位置、標高よりなる数値地形図を作成する。

②この地形図により、林道の起点、終点の位置および林道の通過を回避すべき地点、すなわち禁止点などを設定する。この地点は沢筋および尾根筋近傍の地点であり、路線探索を効率的に行うために設定するものである。

③路線選定上の設定条件および評価基準の制限値すなわち制約条件を与える。設定条件は許容勾配および林道密度であり、制約条件は平均集材距離、全地点に対する集材不能地点数の割合などである。

④まず、起点より選定を開始する。

⑤この点から次に通過の可能性のある全近接地点を求める。

⑥その中で許容勾配内にある1つの地点へ路線を延長する。これによりその地点が終点であれば1本の路線選定を終了したことになり、⑦へ移動する。もし終点でなければ⑤へ移動する。

さらに許容勾配内の近接地点がなければ行き止まりの地点となり、⑨へ移動する。なお、すでに通過した地点には路線を延長しないものとする。また、次の地点へは縦または横方向にのみ延長するものとし、直接対角線方向には延長しないものとする。勾配については2つの地点間隔で、許容勾配を満足すればよいとする。

⑦⑥で求めた1つの林道路線に対して、対象区域内の全地点を木寄地点として、この地点から最短距離にある林道上の集材地点を選定し、この最短集材距離を求める。これらに基づき、平均集材距離、集材距離の標準偏差、集材不能地点数の割合、開発指数、重みつき平均集材距離を算出する。

⑧⑦で求めた各値がそれぞれの制約条件を満足していれば、その路線が1本の開設可能な林道路線として選定される。

⑨終点あるいは行き止まりの地点から最も新しく設定した林道上を1つ前の地点に戻り、その地点から他の通過可能な地点を探索する。そして⑤へ移動する。もし1つ前の地点に戻れなければ起点に帰結していることを意味する。すなわち全林道路線の探索を終了したことになる。

⑩以上のような方法で選定された路線に対して、算出された評価値の中から最適値を持つ林道路線を選べば、これが最も適正に配置された林道路線である。

以上の手順をフローチャートに示せば図-1のようになる。同図でPART Aには前述の①から③までが該当する。なお、ここで読み込みデータはすべて印刷する。次にPART Bには前述の④、⑤が該当する。さらに、PART Cには⑥が、PART Dには⑦、⑧が、PART Eには⑨がそれぞれ該当する。PART Fには⑩が該当する。ここでは計算結果を印刷する。

2) 評価基準（制約条件）

ここでは次のような評価基準を用いて、路線選定を行うことにする。

①平均集材距離：平均集材距離は林道配置の評価法の1つとして、一般によく使われている。これは集材すべき木材がある林内の各地点から、最短距離の位置に

ある林道上の地点を求め、その間の距離を計算する。さらに全地点について同様の計算を行い、その平均値を式(1)により求め、これをその路線の平均集材距離とする。

$$L = \Sigma D / N \quad (m) \quad (1)$$

ただし、L：平均集材距離(m)、D：各地点から林道上までの最短集材距離(m)、N：全地点数である。
②集材不能地点数の割合：対象区域内の各地点から林道上の集材地点までの距離が、最大集材距離以上の場合、この地点を集材不能地点と定義する。選定された各路線に対してこの地点数を求め、式(2)により、全地点に対する割合を求める。そしてその大小を比較評価して、これが小さい路線を、より適正に配置された林道路線と判定する。

$$R_1 = (\Sigma N_1 / N) \cdot 100 \quad (\%) \quad (2)$$

ただし、 R_1 ：全地点に対する集材不能地点数の割合(%), N_1 ：集材不能地点数である。

③集材距離の標準偏差：①で求めた各最短集材距離からそのばらつきを式(3)によって求める。これが小さい路線ほどより適正に配置された林道路線と判定する。

$$SD = \sqrt{\Sigma (D - L)^2 / (N - 1)} \quad (m) \quad (3)$$

ただし、SD：集材距離の標準偏差(m)である。

④開発指数：林道網配置の効率性を表わす指標である開発指数⁹⁾を利用して判定する。

これは式(4)によって計算し、より理想的な配置がなされた場合に、この値は1に近づく。

$$I = dL / 2500 \quad (4)$$

ただし、I：開発指数、d：林道密度(m/ha)である。

⑤重みつき平均集材距離：林道開設によって、各地点から林道上の集材地点までの平均集材距離は対象区域内の材積分布によって変化する。

したがって、各地点の材積の大小を重みとした平均的な集材距離も評価する必要があり、これを式(5)により求める。

$$D_w = \Sigma DV / \Sigma V \quad (m) \quad (5)$$

ただし、 D_w ：重みつき平均集材距離(m)、V：各地点の集材材積(m^3)である。

以上が本論における評価基準である。なお、これらの外にもいくつかの評価基準を考慮する場合にはそれらを付け加えることもできる。

3. 結果および考察

以上の電算プログラムにより現実の森林に対して林道路線選定を行った。

対象区域は九州大学北海道地方演習林内の掌状作業法適用林に設定されている単位伐区⁶⁾であり、面積は約29haで、地形指数は45.7%で、急地形に属する。なお、計算に用いた各制約条件および設定条件は表-1に示すとおりである。

配置結果は図-2に示すとおりであり、林道路線の総延長は1200m、林道密度は41.4m/ha、平均集材距離は98m、全地点に対する集材不能地点数の割合は44.1%、集材距離の標準偏差は71.6m、重みつき平均集材距離は96.0m、開発指数は1.6である。

本路線選定法の特徴は、林道路線の起点と終点間で分岐せず1本の路線として配置したことであり、またこの方法を用いて、林道網の配置を行う場合には、さらに路線の分岐や対象区域内の効率的な分割が考慮されなければならない。選定された林道路線を実際に設計するときは、起点と終点の選定の仕方によって、路線内に作設される最急勾配は、選定時の許容勾配よりも低い値に押えうると推測される。

4. おわりに

格子状数値地形図を用いて、電算機により自動的に林道路線選定を行う方法について検討したが、この方法では、メッシュの数が大きくなると探索路線の数が飛躍的に増加し、計算時間が長くなることが問題になる。したがって、今後、この問題点についても検討する必要がある。なお、本報告における計算は九州大学大型計算機センターのFACOM・M780/20を利用し行った。

引用文献

- (1) 平賀昌彦：83回日本論，423～424，1972
- (2) 北川勝弘，森岡 昇：94回日林論，699～702，1983
- (3) 小林洋司：86回日林論，463～464，1975
- (4) 酒井徹朗：京大演報，55，222～229，1983
- (5) 藤原登抄訳：機械化林業，209～217，1970
- (6) CHA, Du Song et al.: J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 32 (1・2), 129～139, 1987

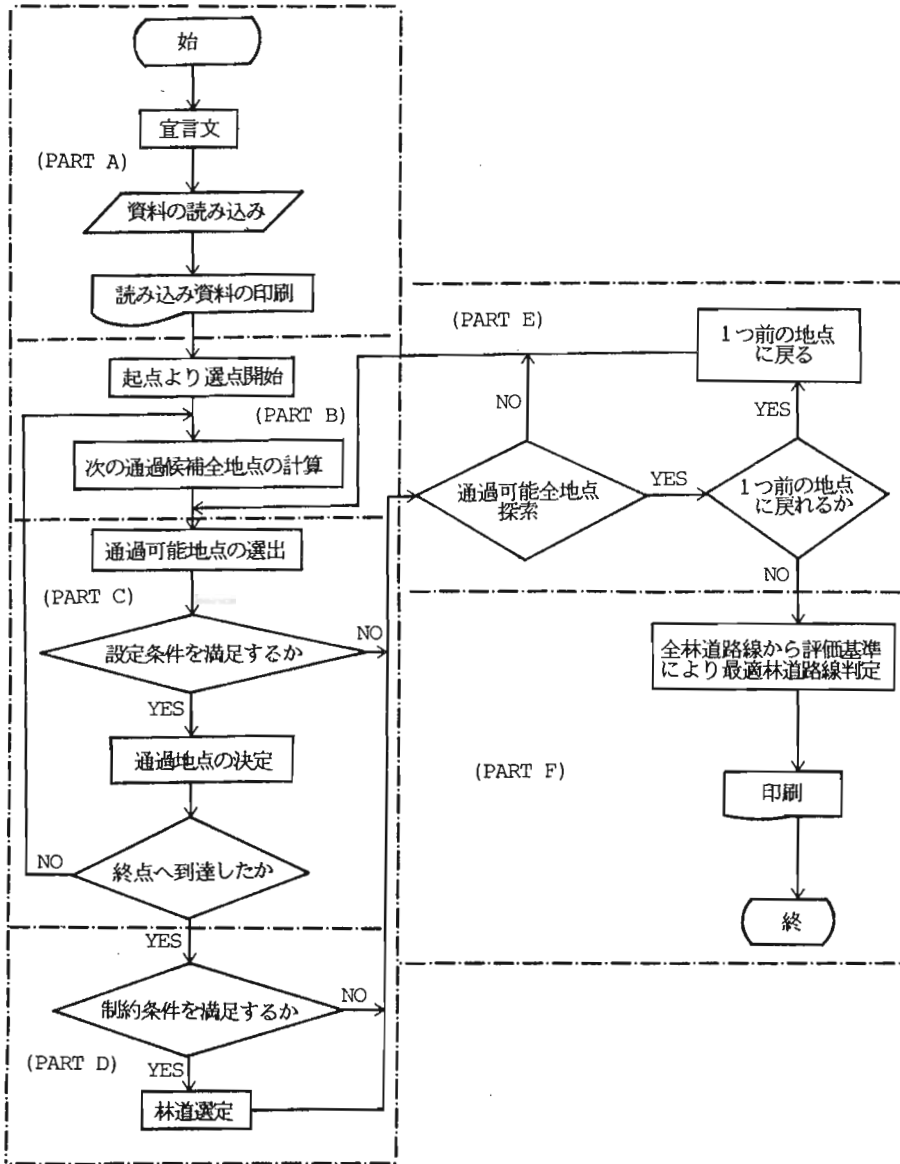


図-1 林道路線選定のフローチャート

表-1 計算に用いた設定条件および制約条件

設定条件	制約条件
許容勾配: $-2.2 \sim +2.2\%$	平均集材距離: $70 \sim 100\text{ m}$
林道密度: $3.6 \sim 4.3\text{ m/ha}$	集材不能地点数の割合: $40 \sim 50\%$ (最大集材距離: 100 m)
	集材距離の標準偏差: $70 \sim 80\text{ m}$
	開発指数: $0.8 \sim 1.6$
	重みつき平均集材距離: $70 \sim 100\text{ m}$

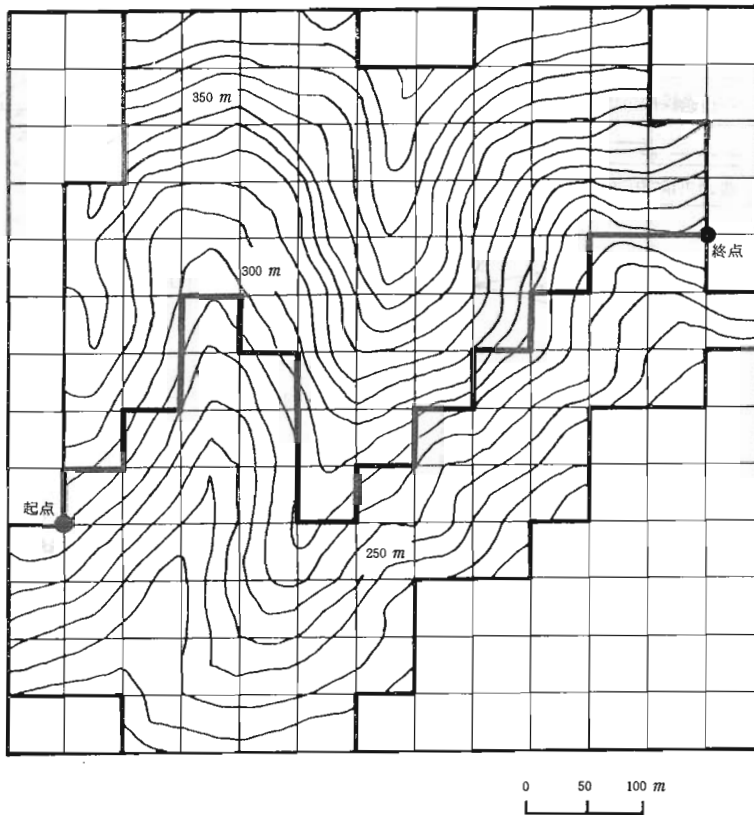


図-2 電算機による林道路線配置の一例
(学状作業法適用林内の単位伐区: 12)