

## 間伐作業路の配置について

九州大学農学部 森田 紘一

## 1. はじめに

間伐材の搬出作業に林内作業車を導入する際、林地の斜面傾斜が車両の登坂能を越える場合、あるいは、車両を斜面上を横断または斜行させる場合には、安全走行上からも、より緩斜面でも、作業路の作設が必要になる。本研究では、林地斜面上における間伐作業路の配置を、長方形のモデル林地を想定して検討する。

## 2. 設定条件

模式的に考察を進めていく上で、必要な諸条件を、次のように設定する。

## ① 林地の条件

林地の平面形状は長方形。面積は3ha。縦長×横長は、300×100, 250×120, 200×150, 173.2×173.2, 150×200, 120×250, 100×300(単位m)の7種。長方形の底辺が林地の下端で、斜面の最下方。等高線は底辺に平行とする。

## ② 作業条件

作業方法は、林内に散在する間伐材を、ウインチを使って作業路まで引き寄せ、林内作業車で土場まで運び出す。間伐材分には、当然残存木が存在するので、ウインチ・ラインで材を引き出す方向は等高線に直角の方向に限定される。なお、林内作業車の登坂限界は25°ウインチのワイヤー長は50mとする。

## ③ 作業路

幅員2m以下、林地全体を木寄圏内にするよう斜面に一樣に配置、作業終了後は消滅も可とする。

## 3. 考察

図-1に示すように、林地斜面全体をカバーするのに必要な作業路の作設本数 $n$ と、水平方向からの振れを表わす $\theta$ が、作業路の配置にかかわりを持ち、これと林地の形状から導かれる作設作業路の延長 $L$ の大きさで、配置の良否が判定できると考える。

傾斜角 $\alpha$ の林地斜面上に縦断勾配 $\beta$ の作業路を作設するとき、作業路が水平方向となす角を平面上に投影し

て、これを $\theta$ とする。 $\theta$ は、

$$\theta = \sin^{-1} \frac{\cos \alpha \cdot \sin \beta}{\sin \alpha \cdot \cos \beta}$$

で表わすことができる。

同図のような $a \times b$ の長方形モデル林地において、林地全体を木寄可能範囲とするのに必要なだけ配置した作業路の本数を $n$ とする。作業路を斜面上方よりウインチ・ラインのワイヤロープがとどく範囲 $\ell w$ (投影面上では $\ell = \ell w \cos \alpha$ )の間隔で、順次斜面下方へと作設していく

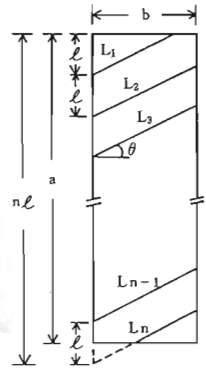


図-1 長方形モデル林地

と、 $n$ は次式で求まる。

$$n \leq \frac{a + b \tan \theta}{\ell}$$

さらに、同図において、作設する作業路の番号を、斜面上方から順に1, 2, 3, ...,  $n$ とつけていく。各作業路線長 $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ を合計したものが $L$ で、

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n \\ = p \frac{a + b \tan \theta}{\sin \theta} + q \frac{1}{\cos \theta} + r \frac{\ell}{\sin \theta}$$

という形で表示できる。

ここで、上辺に接点を持つ路線(図の $L_1$ )を条件①、左右両辺を貫く路線( $L_2 \sim L_{n-1}$ )を条件②、場合によっては、左右ではなく、上下両辺を貫く場合もおこり、これを条件③、下辺に接点を持つ路線( $L_n$ )を条件④の路線とすると、係数 $p, q, r$ は次の式で定めることができる。

$$p = (\text{条件④の路線数}) - (\text{条件②の路線数}) \\ q = (\text{条件③の路線数}) \times a \text{ または、} \\ = (\text{条件②の路線数}) \times b \\ r = (\text{条件①の路線番号の計}) - (\text{条件④の路線番号の計})$$

そこで、面積3haの長方形モデル林地に、種々の値をあてはめ検討していく。

$\theta$ は $\alpha$ と $\beta$ が与えられれば決定する。 $\alpha$ は林地での

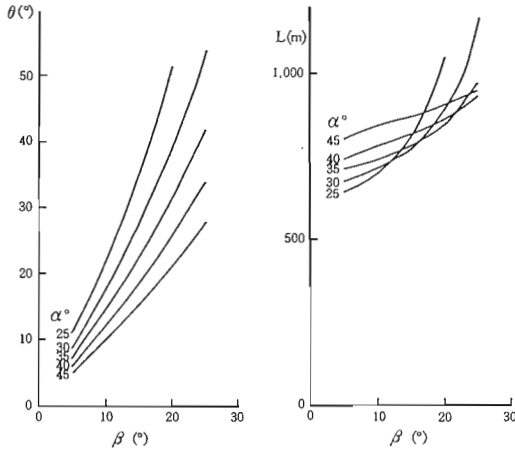


図-2  $\alpha, \beta$  と  $\theta$  の関係 図-3  $\alpha, \beta$  と  $L$  の関係

測定値で、場所によって固有の値をとり、勝手に変えることはできないが、 $\beta$  は任意に設定できる。即ち、 $\beta$  を操作することにより  $\theta$  は変えられる値である。図-2は、 $\alpha$  は実斜面の範囲を越えるが、 $25^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$  の間で  $5^\circ$  きざみで与えた時の  $\beta$  と  $\theta$  の関係で、 $\beta$  は林内作業車の登坂能の範囲内で示してある。この図から、 $\theta$  は  $\beta$  の増加にともない著しい増加傾向を示し、その変化率も大なる方へむかう傾向が認められる。 $\alpha$  との関係では、 $\alpha$  の増加にしたがい、 $\theta$  は減少傾向にあり、変化率は  $\beta$  の場合にくらべると小さい。実用の範囲では、 $\theta$  に対しては、 $\alpha$  より  $\beta$  の影響の方が大きい。

図-3は、 $\alpha$  および  $\beta$  と  $L$  の関係を示したものである。 $L$  は  $\alpha$  および  $\beta$  の増加につれ、増加傾向を示す。 $\alpha$  が  $45^\circ$  のような急斜地の場合、 $\beta$  の増加につれ、 $L$  も増加傾向を示すものの、その変化量は小さく、ほぼ一定の割合で推移している。これに対し、小さい  $\alpha$  では、 $\beta$  の増加にともない、 $L$  は極端な増加傾向を示してくる。即ち、緩傾斜の林地に急勾配の作業路の作設

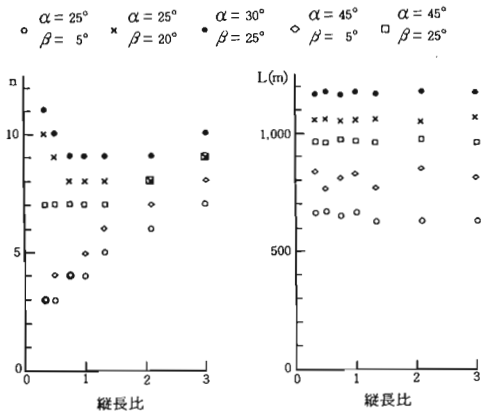


図-4 縦長比と  $n, L$  の関係

は、作設路線長をいわずに増加させるだけであることを意味している。

また、この  $L$  は作設必要な路線数  $n$  とともに、 $a$  と  $b$  即ち林地の形状に関係があるものと考えられる。そこで、横長に対する縦長の比を縦長比として、これが林地の形状を表す指標と考え、縦長比と  $n, L$  の関係を見たのが図-4である。縦長比は0.33から3.00まで変化させた。縦長比と  $n$  とは、 $\alpha$  と  $\beta$  の組合せによって多様に変化するが、縦長比の増加につれ漸増する型と、 $n$  を最小にする縦長比の存在を示す型とに大別できそうである。概して縦長比の小なる林地で  $n$  のとる値にバラツキが大きい。またこの林地では、 $\beta$  の増加が  $n$  の極端な増加をもたらす、この傾向は  $\alpha$  の小さい林地で著しい。 $\alpha$  の増加は  $n$  の若干の増加をもたらすものの大きな差とはならない。即ち、緩斜地に急勾配の作業路の作設は、作設本数の増加をもたらす。

なお、 $L$  については、 $n$  同様、 $\alpha$  と  $\beta$  の組合せによってとる値は全く異なるが、縦長比即ち林地の形状にはほとんど左右されない。今回は、各作業路間を結ぶ路線を考慮しなかったが、これは当然  $n$  にかかわってくるので、これを加味して  $L$  を考えると、最終的には、 $L$  も林地形状の影響を受けると考えられる。

$\theta$  と  $L$  の関係を図-5に示す。 $\theta$  と  $L$  の関係を直接見ることはできない。何故なら、同じ  $\theta$  になる  $\alpha$  と  $\beta$  の組合せは無数に存在する上、 $L$  を求める式中に  $\ell$  が含まれるが、これには  $\alpha$  が関係し、 $\theta$  以外の成分が式中に残ることになる。さらに係数  $p, q, r$  を決定するのに  $n$  が関連するが、これにも  $\ell$  を含む。即

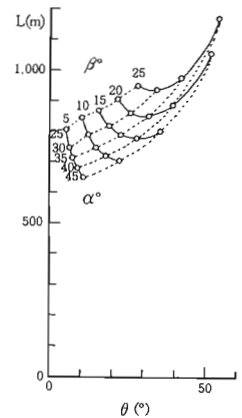


図-5  $\theta$  と  $L$  の関係

ち、 $L$  は  $\theta$  のみの関数ではない。ただこの図から、 $\theta$  を小さくする  $\alpha$  と  $\beta$  の組合せや、 $\alpha$  を林地で測定し、 $\beta$  を任意に設定してやると、両者から  $\theta$  が決まり、その時の  $L$  の値を自動的に読み取ることが可能である。

#### 4. おわりに

ここで示した  $\theta$  が、林地へ作業路を作設する時の重要な因子で、とくに木寄範囲、作設路線数、路線長等作業路の配置にかかわりを持つ要因と関連する。この  $\theta$  が小さい即ち等高線に沿った水平作業路が有利で、緩斜地に急勾配の路線は作設必要本数、延長両面からのぞましい路線ではないことが判明した。