

急傾斜地作業路網の評価指標について

神崎 康一・三宅 徹

Evaluations of Some Operational Path Networks on Steep Slopes

Kouichi KANZAKI, Toru MIYAKE

要 旨

最近、急傾斜の山地において、年・単位面積当たり少量ずつの間伐収穫と、十分に手の届いた手入れを可能にするために、狭い道による高密度の作業路網を開設し、超集約的な人工林施業を行って成功している例が見られる。路網密度が $200\text{m}/\text{ha}$ を越えると、高い技能を要し費用のかかる架線集材作業の必要がなくなり、作業が容易で能率の高いクレーン集材を全面的に採用できるようになる。路網配置の形としては、ほぼ水平で等間隔に配置された作業用の支線（肋骨道）と、これらをつなぐ急勾配の連絡用の本線（背骨道）により構成される魚骨型路網が合理的であるとされている。一つの例として図1に示される大阪府の大橋林業の場合、道幅が本線 2.5m 、支線 2.0m 、最急勾配 30% 、法面高 1.4m 以下、最小半径 6m 、本線のみ路面舗装である。この路網について計測した結果、路網密度 $222.94\text{m}/\text{ha}$ 、形状修正係数 $V=1.421$ 、迂回修正係数 $T=1.215$ 、開発率(Backmund) 77.9% をえた。この結果、山岳地においても、高密度の路網の場合、その密度が高くなるほど、修正係数 V, T が 1.0 に近くなることが判明した。このことは路網の幾何学的配置が理想系に近くなることを示している。したがって、路網配置の評価指標として、山岳地においても、この二つの修正係数を使用できる可能性がある。

キーワード：路網，路網配置型，路網評価，急斜面，集約林業，基盤整備

はじめに

大阪府の大橋林業では、急傾斜林地での基礎施設として、高密度の路網を作設し、超集約林業を行い成功している。この山地は平均傾斜が 30 度以上である。図1に大橋林業の路網配置図を、図2にこの林の傾斜累積分布図を示す。

この路網は、面積 81.5ha に対して、総延長 18170m 、密度 $222.94\text{m}/\text{ha}$ である。当然このような山地にこれだけの密度の路網をつければ、大きな費用を必要とする。事実、この路網を現在の費用で計算してみると、下記の本線で 19262 円/ m 、支線で 3673 円/ m の建設費と維持管理費 71.52 円/ m 年を要する。にも拘らず、その負担を十分に相殺するだけの収益を得ているのである。表1に費用を示す。このような、高費用、高収益という形の林業経営は、現在の日本の林業が置かれた環境の中で、有意の林業者が必死になって作り出してきた新しい林業経営の流れの一つであると思われる。その基盤は当然、高密度路網である。図1の実線は斜面の上り下りのため

の本線で幅員2.5m, 点線はその上での作業をしやすくするためにできるだけ水平に平行に配置されている支線で幅員2.0m, である。本線は急勾配であるため, 路面の侵食防止のためと維持管理を容易にするために全面をコンクリート舗装している。この路網配置は等高線に沿った平行路網配置になっており, 平地型の平行等間隔の理想系に近い形になっている。また, これだけ路網密度が高くなると集材距離が短くなるために, クレーンと補助的なウィンチだけで集材が可能になる。このことは, 実際の集材距離が等高線を直角に切る線の距離に等しいと考えてよいことを示しており, これは, 最短直線距離と余り変わらないものと思われる。通常, 山岳地では形状修正係数および迂回修正係数が2~3程度のかかなりバラツキの大きな値になることが従来示されてきたが, この大橋林業の路網は, 山岳地でもこの修正係数が1に近いものとなりうることを示唆している。もし, そうであれば, 複雑な地形の山岳林の路網配置においても, 平行等間隔配置を理想系とし, 配置型を単純化することができる。これを確かめるために, この路網についての諸特性の計測をしたので報告する。

なお, この研究に際して, 資料を提供していただいた大橋慶三郎氏および宮崎大学田野演習林に心から御礼申し上げる。田野演習林の資料は芝正己氏を通じて提供していただいたことを申し添える。

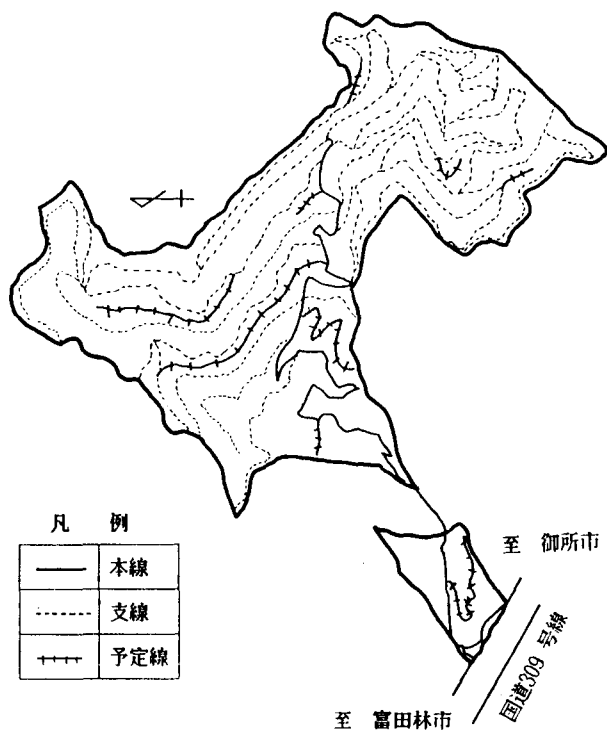


図1 大橋山林路網図

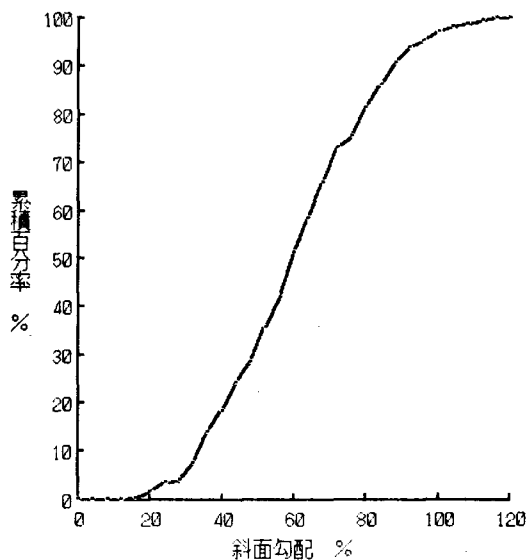


図2 大橋山林の勾配累積分布

表1 大橋山林の路網等年間費用（昭和62年度実績）

項目	数量	年償却費	ha当たり費用	m ² 当たり負担額	備考
単位	m/ha	円/m年	円/ha年	円/m ²	
道路本線	29.45	1074.4	31642	8187	35年償却 利率4.3% 年均等償却
道路支線	193.50	204.9	39644	10257	
維持管理	222.95	71.52	15945	4125	年収穫量 3.865 m ³ /ha年 枝打ち、施肥
伐出			55784	14433	
育林			37533	9711	
合計			180548	46713	

計測対象

図1の大橋林業の林地は、上下の2部分に別れており、下の部分は小さく、まだ支線の整備もなされていない。したがって、これを全体を対象とした場合と、上の部分だけを対象とした場合に分けて、2500分の1地形図により諸特性の計測をした。また、この地形図中には予定路線が記入されていたので、これを加えた場合についても計測した。

わが国には、高密度林道網を開設した例はそう多くはないが、とくに、一般の場合の代表として、わが国でもっとも早く高密度路網の開設がなされた先駆者的存在であるところの宮崎大学田野演習林の路網を対照として、5000分の1地形図を用いて同様の計測をおこなった。図3に宮崎大学田野演習林の路網図を示す。

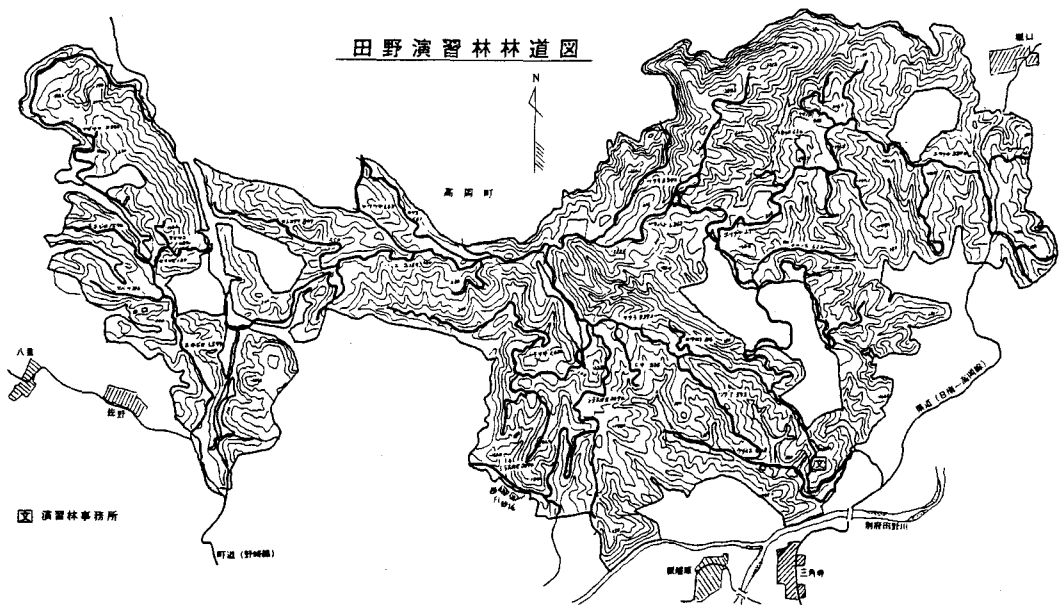


図3 宮崎大学田野演習林路網図

計測項目と計測の方法

以下の各項目の計測は、全てメッシュ法によっている。メッシュ法¹⁾²⁾とは、当該地形図上に適当な大きさの網目を持つ正方形格子を掛け、この網目の線の交点（これを単にメッシュ点と呼ぶ）の全てについて該当項目についての計測をする方法である。

測定項目と測定の方法は以下の通りである。

①最短集材距離または最短直線距離：各メッシュ点からもっとも近い作業路までの直線距離

②実集材距離：

大橋林業の場合：各メッシュ点から等高線を直角に切る線を描き、これを伝ってもっとも近い作業路にいたる距離をキルビメーターによって計る。

田野演習林の場合：道から30m以内にあるメッシュ点については、ウィンチ等で直接道へ引き寄せるものとし、道までの等高線を直角に切る線上の距離とする。それ以上離れているメッシュ点については、そのメッシュ点を含む尾根に囲まれた領域内で、もっとも有利な架線を考え、この横取り距離と架線による運搬距離を計る。2段に架線を張る場合には、その運搬距離の合計を取る。また、3段以上の架線を張る場合を集材不可能であると見なし、集材方法なしとする。

③実開発率³⁾：理論平均集材距離 D_c の2倍の距離以内にあるメッシュ点数の対象地域内の全メッシュ点数に対する比率を%で表す。

ここで、理論平均集材距離 D_c (m) は、作業路密度を d (m/ha) とするとき、

$$D_c = \frac{2500}{d} \quad (1)$$

である。

計測結果と考察

計測の結果を示す。大橋林業の場合、2500分の1地形図、田野演習林では、5000分の1地形図を用いたが、いずれの場合にも、図上で2cmのメッシュを用いた。

宮崎大学田野演習林の実集材距離についての計測結果は、表2の通りである。

表2 宮崎大学演習林の実集材距離計測結果

集材方法	該当メッシュ点数	割合(%)	平均集材距離(m)
道からウィンチで引き寄せ	143	28.77	14.37
架線による運搬+横取り	275	55.33	102.85+22.24
二段集材	56	11.27	271.07
集材方法なし(不可能)	23	4.63	—
合計	497	100.00	108.934(除方法なし)

図4に集材距離の累積頻度分布を示す。各々のケースを5m毎に付けたマークで区別をしている。

上の計測結果を元にして、平均値や修正係数などの特性値を求めると、表3のようなになる。表3の備考欄に計算の方法を示した。

平均最短集材距離 D_s は、最短集材距離の合計値を計測メッシュ点数で割ったものであり、同

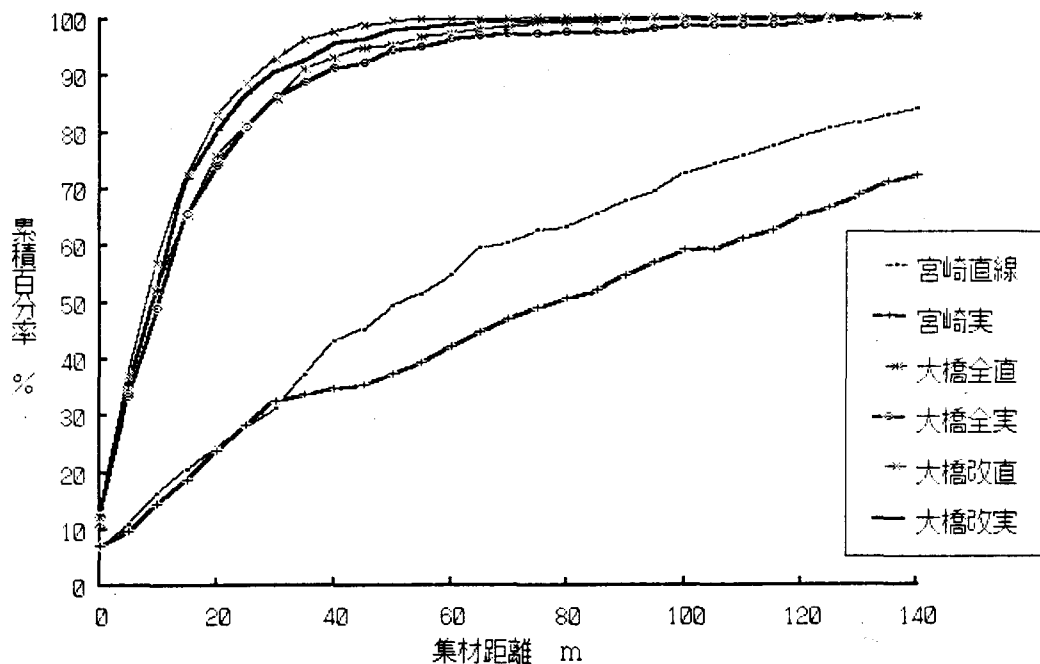


図4 集材距離の累積分布

表3 図上計測した路網の特性値

項目	宮崎大学 田野演習林	大橋林業 全体現在	大橋林業 土場以外	大橋林業 改良後	備考
① 対象面積 (ha)	489.06	81.5	76.52	81.5	
② 作業路総延長 (m)	30075	18170	17640	19488	
③ 作業路密度 (m/ha)	61.5	222.94	230.53	239.12	②/①
④ 理論平均作業路間隔 (m)	162.6	44.86	43.38	41.82	10000/③
⑤ 理論平均集材距離 (m)	40.65	11.215	10.845	10.455	④/4
⑥ 平均最短集材距離 (m)	79.72	15.93	14.2	12.18	メッシュ法
⑦ 平均実集材距離 (m)	108.934	19.36	16.14	13.63	による計測
⑧ 実開発率 (%)	63.351	77.889	80.417	79.795	
⑨ 形状修正係数 V	1.961	1.421	1.309	1.165	⑥/⑤
⑩ 計算開発率 E (%)	51.0	70.4	76.37	85.84	100/⑨
⑪ 迂回修正係数 T	1.366	1.215	1.137	1.119	⑦/⑥
⑫ 総合修正係数 V * T	2.680	1.727	1.488	1.304	⑦/⑤

様に平均実集材距離 D_a は、実集材距離の合計値をメッシュ点数で割ったものである。

V は von Segebaden の形状修正係数、T は同じく迂回修正係数で(2)式によって求められる。

$$V = \frac{D_s}{D_c}, \quad T = \frac{D_a}{D_s} \quad (2)$$

図4の田野演習林の場合には、表2からも明らかなように、約70%の部分が架線によって集材されるのに対して、集材距離40m以下の部分が85%以上を占めるような大橋林業の路網では、短距離の架線もほとんど使用されることはないと思われる。事実この大橋林業では、全く架線は使用されていない。ほとんどの場合、道までの集材は道からウィンチで巻き上げるか、傾斜を利用して落とすかである。この累積曲線はすでに堀⁴⁾と酒井によって、平均集材距離を集材距離の単位にとった場合、ほとんど一定の曲線を示すことが発見されている。その式によれば、平均集材距離の2倍の距離の範囲にあるものが88%を占めることになる。この表3の結果と見較べてみると、路網密度200mを短距離架線の必要のなくなる密度として良いように思われる。

通常 mountain 林では、 $V=1.4 \sim 2.0$ 、 $T=1.75 \sim 2.3$ とされているが⁵⁾、大橋山林では、平均傾斜が30度以上の急傾斜の山地であるにも拘らず、 $V=1.421$ 、 $T=1.215$ であり、改良後に到っては $V=1.165$ 、 $T=1.119$ と1により近い数値になっている。この係数 V 、 T は平地で平行等間隔に配置された路網の場合に共に1.0になる。したがって、ここで得られた結果、すなわち、架線や追加の路線を加えることなく、道から直接集材できるほどに路網密度が高くなった場合で、その配置が等高線に沿った平行等間隔配置を原則としている場合に、複雑な山地形にも拘らず、その形状修正係数 V も迂回修正係数 T も共に1.00に近くなったという結果は、単純明快に、山地林でも、平地の場合と同じく、路網配置の理想系を平行等間隔配置としても良いということを示唆しているものと思われる。

引用文献

- 1) Segebaden, G.v. : Studies of Cross-Country Transport Distances and Road Net Extensions, Studia Forestalia Suecia 18, 1964
- 2) Segebaden, G.v. : Studies on the Accessibility of Forest and Forest Land in Sweden, Studia Forestalia Suecia, 1969
- 3) Backmund, F. : Kennzahlen für den Grad der Erschließung von Forstbetrieben durch Autofahrbare Wege, Forstwissenschaftliches Centralblatt, 85 (12), 1966, 342-354
- 4) 堀高夫 et al : 林内到達距離分布に関する研究, 日林誌53; 355 ~ 358, 1971
- 5) Dietz, P. et al : Walderschließung, 426pp, Paul Parey, Hamburg and Berlin, 1984
神崎康一他訳 : 森林経営基盤整備の基本思想と計画, 325pp, 林土連研究社, 1988

Résumé

Nowadays, some middle size forest owners are found to be succeeded in intensive, high quality forestry, which depend on very effective narrow and tight path network of high density. The network makes it possible to undertake intensive treatment of forests and to effect a selective cut of small, scattered product volumes. In the case where the density is more than 200 m/ha, then it becomes possible to change the harvesting method from cable logging (which requires greater worker skill and results in high costs) to one in which products are removed from the stump area by grapple boom cranes located on roads. Here in the case of Ohasi Forestry, as one of the typical reasonable network, it consists of a series of 2.0m wide paths which run perpendicular to the slope and a steep (but very solid) main road (2.5m wide) connecting the paths. The former is branch lines (rib paths) used primarily for extraction and the latter (which is paved with concrete) is the main line (backbone) used for access to the branch lines. In this network, the

maximum gradient is 30%, the maximum height of embankment is 1.4 m, the minimum turning radius is 6 m, road density is 222.94 m/ha, correction factor of shape $V = 1.421$, correction factor of real skidding distance $T = 1.215$, and the development percentage is 77.9 %. Data show that the correction factors approach 1.0 as the road density is increased, even in mountainous landforms.

Key Words : Operational Path Network, Type of Path Network, Evaluation of Path Network, Steep Slope, Development of Mountain Area, Intensive Forestry