

林内到達距離の分布に関する研究

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	堀,高夫 北川,勝弘 長谷川,好正
発行元	日本林學會
巻/号	53巻11号
掲載ページ	p. 355-358
発行年月	1971年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

林内到達距離の分布に関する研究

堀 高 夫*・北川勝弘*・長谷川好正*

Study on the Area Distribution of the Terrain Distances in a Forest

Takao HORI*, Katsuhiko KITAGAWA* and Yoshimasa HASEGAWA*

Summary: In this report, we examined the area distribution of the terrain distances, that is to say the distances from the individual stands to the nearest road in a forest road network, by investigating it practically and theoretically. Here, we tried to apply a formula of the type (8) to the distribution function, where t is the distance ratio to the mean distance, $g(t)$ is the cumulative area ratio corresponding to t and z is a parameter, and then concluded that formula (3) is available to predict the area distribution of the terrain distances in a mountain forest.

要 旨: この報告では、林内各地における林道ネットワークからの至近距離を到達距離と称し、その面積的分布状況について、測定結果と理論考察とを対比しつつ検討してみた。ここで到達距離の分布関数として(8)式の型のものを探り上げ、山岳林に対して(3)式が妥当な結果を与えることを示した。

1. はじめに

ここでは、林道網とその開発対象地が与えられたとき、林道路線から林内のある地点までの距離、すなわち、この地点から最短径路で最寄りの林道へ到達する際の径路の長さを、その地点の到達距離と呼称する。これはいわゆる集材距離なる概念を拡張したものである。この場合に到達方法が歩行であるか、集材機による集材であるか、トラクタ集材であるか等により、到達径路が違ってくるから、到達方法によって到達距離も異なるはずである。しかしこの問題は、各到達方法に応じて径路のう回係数を導入することにより、一応解決しうるものであるから、ここでは基本的なものとして、到達径路が直線である場合、厳密には直線到達距離とも称すべきものを探り上げ、その分布状況について検討してみた。到達距離の分布状況は、到達距離 s に対する累加面積比を与える式

$$g(s) = F(s)/A \quad (1)$$

ただし $F(s)$: 到達距離が s より近い地域の面積

A : 対象地の面積

によって表わすことができる。これを到達距離の分布関数と呼称する。筆者らは本報告において、山岳地の林道網に適合するような分布関数を誘導することを試みた。従来、林道網の密度理論において到達距離の平均値 s_m を問題にしてきたが、分布関数が明らかとなれば、平均到達距離は

$$s_m = s_e - \int_0^{s_e} g(s) ds \quad (2)$$

ただし s_e : 最大到達距離

より求められる。また林道網を拡充することによる林業経営上の効果の多くは、林道網の密度を高めることにより、林内到達距離が短縮されることに基づくものであるが、到達距離分布が明らかとなれば、林内到達の難易性に関しより精細に検討すること、したがって林道網の効果をより適確には握することも可能となるであろう。

2. 資料・測定および結果

まず、山岳地の林道網における到達距離の分布状況を知るために、新城・付知両営林署の2万分の1地形図および中津川営林署の5万分の1地形図を用い、一定の計画手順により林道網計画図を作成し、これを測定の資料とした。この際適用した計画手順の説明は省略するが、この方法は、一段架線集材の最大集材距離 ($s_e = 0.4, 0.5, 0.6$, または 0.8km) をあらかじめ定めておき、全対象地の集材が集材機により林道端まで1段で実施できる、また路線配置がなるべく均一となるような林道網を得ることを趣旨としたものである¹⁾。かくして測定資料として21個の林道網計画図を得た。対象地一か所当たりの面積は $6.8 \sim 17.9\text{km}^2$ 、路網密度は $1.39 \sim 2.84\text{km/km}^2$ なる範囲である。

到達距離の分布および平均到達距離を求める方法として、まず林道網・開発対象地を記入した地形図上におい

* 名古屋大学農学部 Fac. of Agr., Nagoya Univ., Nagoya

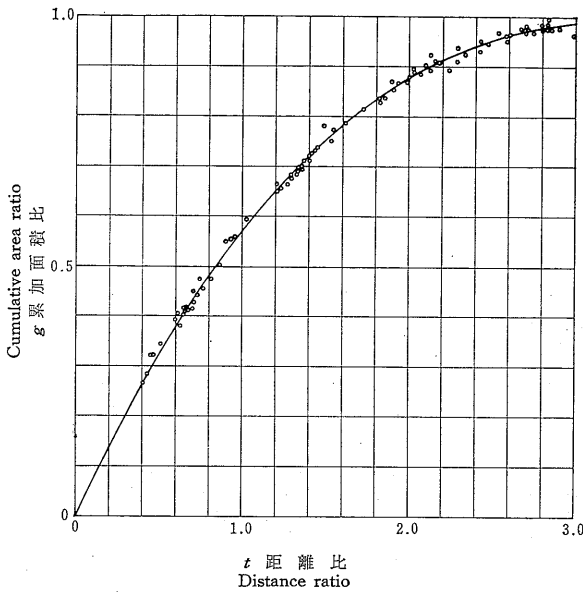


図-1. 到達距離の分布

Fig. 1. Distribution of the terrain distances

○ practical value
— curve of formula (3)

て、等距離線すなわち、到達距離が等しい地点を連ねた曲線を描いた。一般に距離 δ なる等距離線は、半径 δ なる円周を林道路線に接しつころがした時中心点が描く軌跡と一致する。この関係を適用することにより、間隔 δ ごとの等距離線 $L_i (i=1, \dots, n)$ 等を順次描くことができる。かくして描かれた等距離線を用い、距離 $s=i\delta$ に対する面積 $F_i=F(i\delta)$ を測定すれば、距離 δ ごとの累加面積比 $g_i=F_i/A$ が求められ、また(2)式の積分項を数値的に計算して平均到達距離を求めることができる²⁾。

各林道網について以上の方法により累加面積比および平均到達距離を求め、横軸に到達距離比 $t=s/s_m$ 、縦軸に累加面積比をとって示したのが図-1である。この図から、 t と g との間はかなり明確な関係があり、到達距離分布は対象地の場所や路網密度に関係なく一定の傾向を示すことがわかった。なお、同図における実線は5項の考察に基づく半理論式

$$g(t) = 1 - (1 - t/3.6)^{2.6} \quad (3)$$

の曲線であり、これは測定結果にきわめて良く適合しているといえよう。

3. 理論モデルによる考察

はじめに代表的な理論モデルとして矩形・三角形・ラ

ンダムモデルの3モデルを採り上げよう。矩形モデルは周知のように、矩形対象地の一辺に平行な林道がその中央を通るものを基本とし、またここでいう三角形モデルとは平行四辺形の一つの対角線の位置を林道を通るものを基本とするものである。ランダムモデルは、無限の広がりをもつ対象地内に直線の林道がランダムに配置するものである。すなわち、対象地内の一地点 P より任意の路線までの距離を s とすれば、 $s \leq a$ なる林道路線が k 本存在する確率が、ポアソン分布

$$p(k; 1/s_m, a) = (e - (a/s_m)) \frac{(a/s_m)^k}{k!} \quad (4)$$

に従うものである。モデルが同じであれば林道網の密度 D (km/km²) と平均到達距離 s_m (km) との間には

$$s_m = \frac{f}{4D} \quad (5)$$

なる関係が成り立つ。ここでは比例定数 f を林道網定数と呼称するが、これは林道網の路線配置・林道路線の小う回・到達径路の小う回等の状況によって左右され、これら3者の影響を、路線配置係数 f_0 、林道う回係数 f_r 、到達径路係数 f_s 等に分け、

$$f = f_0 \cdot f_r \cdot f_s \quad (6)$$

と表わすことができる³⁾。モデルが同じであれば、これらの係数もすべて同一となる。前記3モデルでは $f_0 = f = 1$ であり、また周知のように f の値は、矩形モデルでは1、三角形モデルでは4/3となる。ランダムモデルの林道網定数について SEGEBADEN 氏は MATÈRN 氏の計算を引用し、 $f=2$ なることを示している⁴⁾。

さて、これらのモデルについて到達距離の分布関数を求めれば、

$$\left. \begin{aligned} \text{矩形モデル} \quad & g(t) = 1 - \left(1 - \frac{t}{2}\right) \\ \text{三角形モデル} \quad & g(t) = 1 - \left(1 - \frac{t}{3}\right)^2 \\ \text{ランダムモデル} \quad & g(t) = \int_0^s (e - (s/s_m))(1/s_m) ds \\ & = 1 - e^{-t} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

等を得る。

4. 一般化した到達距離分布関数

ここで(7)式の諸式から類推される一般式として

$$g(t, z) = 1 - \left(1 - \frac{t}{z}\right)^{z-1} \quad (8)$$

を到達距離の分布関数と考えよう。(7)式の諸式は、パラメーター z がそれぞれ 2, 3, ∞ なる場合に相当するものである。このパラメーターの性質を示す関係式として、まず(8)式を(2)式に代入することにより

$$z = s_e / s_m \quad (9)$$

を得る。すなわち、 z は到達距離の最大値の平均値に対する比率を示すパラメーターである。ついで $g(t, z)$ の s に関する微分に全面積 A を乗じたもの

$$dF = Ad [g(t, z)] = [Ag'(t, z) / s_m] ds$$

を考えれば、これは到達距離が $s \sim ds$ なる帯状地の面積を与え、従って右辺 { } 内は、距離 s に対する等距離線長 $L(s)$ と一致する。すなわち

$$L(s) = \frac{Ag'(t, z)}{s_m} = \frac{z-1}{z} \left(1 - \frac{t}{z}\right)^{z-2} \frac{A}{s_m} \quad (10)$$

ここで $[L(s)]_{s=0}$ を考えれば、これは林道の小う回を無視した場合の路線長の2倍にほぼ一致すべきものと考えられる。すなわち、林道網の路線延長を L とすれば

$$\frac{L}{f_r} \doteq \frac{z-1}{z} \frac{A}{s_m}$$

なる関係式を得る。これを(5)式に代入して整理すれば

$$f_0 \doteq 2 \frac{z-1}{z} \quad (11)$$

なる関係式を得る。

なお、到達経路にう回がある場合でも、う回係数 f_s は距離のいかんにかかわらず一定値をとるものと考えてよいから、 $t = s/s_m$ はう回係数に無関係となる。したがって(8)式は径路のう回の有無には関係なく、また(11)式は径路にう回がある場合でも成り立つものである。

5. 理論値と測定値の比較

表-1 は、 $s = s_m, 2s_m, 3s_m$ における累加面積比を(8)式より算出したものであり、表-2 は測定結果によりその平均値および範囲を示したものである。ここでAは筆者らの測定結果をまとめたものであり、B, C は SEGBADEN 氏の報告⁴⁾から引用したものである。なお同氏が測定した路網は一般道路路網であり、筆者らの資料とは異なり、その路線配置は均一でない。またBを例にとれば、路網密度は $0.247 \sim 0.408 \text{ km/km}^2$ なる範囲で、きわめて低密度の路網である。測定値を理論値と比較すれば、まず測定AおよびBでは、累加面積比の平均値は $z = 3.6$ に対する理論値ときわめて良く一致しており、測

表-1. 到達距離分布 (理論値)

z	s_m	$2s_m$	$3s_m$
2	0.500	1.000	1.000
3	0.555	0.889	1.000
3.6	0.571	0.879	0.991
4	0.578	0.875	0.984
5	0.590	0.870	0.974
∞	0.632	0.865	0.950

表-2. 到達距離分布 (測定値)

s	累加面積比			s_e / s_m
	s_m	$2s_m$	$3s_m$	
A	0.57 0.55~0.60	0.88 0.87~0.90	0.99 0.97~1.00	3.6 3.1~4.1
B	0.57 0.56~0.58	0.88 0.86~0.89	0.97 0.96~0.98	5 4~6
C	0.64 0.57~0.68	0.88 0.86~0.91	0.96 0.93~0.98	8 5~12

注: B, C は SEGBADEN 氏による

定Aではさらに、 s_e / s_m の平均値が3.6で、(9)式も成り立っている。かくして筆者らは(3)式なる半理論式を採用したのである。ただし(8)式は z に対して鈍感であり、これを3~4としても大差ないものである。測定Cでは s_e / s_m の値がきわめて大きく、かなり不均一な路網と推察され、実際に累加面積比は、 $z > 5$ なる理論値に近い。以上により、少なくとも路線配置が或る程度均一となるように計画した林道網については、(3)式を適用して良いといえよう。なお、 $z = 3.6$ なる時の林道網定数を(11)式より算出すれば $f_0 = 1.45$ となり、 f の実測値の平均 1.37 (範囲 1.18~1.68) と比較してやや過大ではあるが、この数値も、山岳地林道網における路線配置係数の概略値として使えるのではないかと考えている。

6. あとがき

以上により、山岳地林道網の到達距離分布関数として(3)式が妥当な結果を与えることを示した。この式の一つの応用として、2項に述べた林道網計画方法において、最大集材距離 s_e を決定する際に、この式を適用することが考えられる。すなわち、集材架線の標準スパン長が l である場合に、もし $s_e = l$ として林道網を計画したとすれば、図-1よりわかるように、最大集材距離に近い到達距離の地域の面積比率はきわめて低いから、標準スパン長を満度に利用できる場合がまれとなり、したがってこの路網はあまり有効であるとはいえない。そこでたとえば、対象地の90%の面積を標準スパン長で集材

できればよいものとすれば,

$$s_e = l \times (s/s_m) / t_{0.9} = l \times 3.6 / 2.11 \div 1.7l$$

ただし $t_{0.9}$: $g(t) = 0.9$ に対する t の値

として計画するのが適当である。

最後に、理論モデルは到達距離分布関数によって完全に表現し得るものであるから、幾何学的モデルを適用することの困難な山岳地の林道網に対しては、モデルを(3)式のような分布関数で規定する方が得策であろう。

引用文献

- 1) 長谷川好正: 林道網計画に関する研究. 名大卒論(未発表), 1971
- 2) 加藤 力: 林内平均到達距離と路網密度に関する研究. 名大卒論(未発表), 1969
- 3) SAMSET, I.: The Forest Terrain in Norway. Report on forest operations research (Vollebekk, Norway). 8: 51~52, 1969
- 4) SEGBADEN, G.: Studies of Cross-country Transport Distances and Road Net Extension. Stud. For. Suec. 18: 11~25, 1964

(1971年5月17日受理)

抄 録

○数産地エチナータマツの地理的変異 (Variation in shortleaf pine from several geographic sources)

WELLS, O. O. et al.: For. Sci. 16: 415~423, 1970

本研究は shortleaf pine (*Pinus echinata* Mill.) の地理的変異と気候や地形 (自然地理) 変異の関係をみるために行なわれた。種子は Virginia 東南部から Texas 東部にわたる 23 カ所の天然林から、1 カ所少なくとも 20 本の母樹から集め混合された。種子産地および植栽地は種の北限から南限の広範囲にわたる Latitude series と、いくらか範囲の狭い Intermediate series, ほぼ同緯度で東西に広く分布する Longitude series を、種子採取年別に 2 つに分け計 6 series とした。1951 年採種し 0~1 年苗を植えたが、乾害をうけたものは 1955 年再び採種し植栽した。両年に設けた series はほぼ同産地からのものであった。各 series は 6~7 産地を含み、4 ブロックの乱塊法で各地域に植えた。1 産地 1 区には 121 本を 6 フィート間隔に植え、内部 49 本について定期的に調査した。生存本数は植栽年の 5 月、6 月および 1 年後、樹高、病虫害とともに 3, 5, 10 年目にも、胸高直径は 10 年目のみ各区について調べ統計処理を行なった。球果の着生は 1956~'58 年に設けた植栽地 10 年生木について行なった。

遺伝的変異は樹齢の増加とともに増したので、おもに

10 年目の結果について検討した。1952~'54 年に植えた試験地の生存率は激害地を除く 10 カ所平均で 68%, 1956~'58 年植栽区は 30 カ所平均で 71% を示した。生存本数を北方 4 カ所の植栽地で産地別にみると最北端から集めたものが最もよく、最南端からのものが最も少なかった。その他の植栽地では産地間の差異ははっきりしなかった。樹高生長と種子産地における温度、および種子産地と植栽地の相互関係は Lat. series では顕著な効果がみられた。南方産の生長は南の植栽地ではよいが、中緯度の植栽地ではまずまずの成績で、さらに北へ植えると悪くなった。北限近くのを南へ移した場合には生長の損失を生ずるので、北方産はそれらの分布する近辺において最も適応している。Inter. series でも種子産地の温度と植栽地の相互作用は Lat. series とほぼ同様な関係がみられた。Long. series では樹高の産地には有意な差はみられなかった。ただ一部産地の生長差は気候よりむしろ母樹選抜の問題や *Pinus rigida* との自然交雑が考えられた。その他の特性として北方産は南方産に比べ球果着生率が高かった。以上の結果、Mississippi 川東部の最南端産のものは北 Miss. またはより南の植栽地内ではより北方産より生長が早い、Miss. 西部ではこの関係は明らかでなかった。種の北限近くの植栽地ではその近くから集められたものが生長、生存率においてすぐれた。これらのことから植栽地を 5 つに分け、種子移動地域を検討し図示した。 (池本彰夫)