

天然更新における母樹の 保残木分布についての一考察

神岡営林署 永 目 伊知郎

1. はじめに

神岡営林署における天然林伐採は、現在その殆んどが、ブナ帯上部から亜高山帯に位置しており、皆伐保残木作業（以下、皆保作業と略す）が主要な伐採方法になっている。

地域施業計画においては、皆保作業を実行するにあたって、種子の飛散距離を基準に、ブナ帯では樹冠半径プラス5m、推移帯では樹高を半径とする円で林地を被うことができる程度に母樹を保残することとされている。

この基準は、林地に種子が均一に飛散するという点からは適正なのであるが、実際に現場で母樹を選木する立場からすると、大変曖昧な基準としかいえないのである。つまり、*ha*当り何本残すかという本数の概念が入っていないのである。（*ha*当りの本数が決まれば、平均樹幹距離も決まる）

森林において、一番簡単に、しかも正確に把握できる数値は本数と直径である。（樹高も選木の条件に入るのではないかと考えられるが、正確さの点からいささか劣ると思われる。）この一番解りやすい*ha*当り本数でブナ帯の基準を見値してみる。

神岡のブナ帯で、母樹として残す直径30cm以上の健全木を観察すると、樹冠半径が5m以下の木はまず存在しない。（この5mの場合で母樹は*ha*当り32本となる）また、10m以上の木も見当たらない。（10mの場合で*ha*当り14本となる）

つまり、母樹は概ね*ha*当り20～30本前後となる。

本考察では、この20～30本程度の保残木で天然更新が完了するのかどうか、さらに、母樹保残に当って本数概念を取り入れる場合、適正な母樹本数はどれくらい必要であるかを次の3つの林相

- (1) 伐期に到達している林分（林齢200年）
- (2) 以前に択伐されたブナ、カンバ等の若い更新済林分（林齢45年）
- (3) 皆保作業が実行された林分（S53実行）

の直径階別本数を調べることによって導き出そうとしたものである。

2. 調査方法及び調査結果

調査地は、神岡におけるブナ帯上部（標高1,400～1,500m）において、現在皆保作業が実行済又は、実行中であるウレ山国有林18は林小班、金木戸国有林56い林小班、下佐谷国有林136は、138い林小班を選定した。

調査方法は、ラインプロットレスサンプリング（以下、ラインサンプリングと略す）を用いた。（説明－1参照）

この方法は、林内に一定の線を引き、林内の木の直径に応じた可変矩形を与え、その線に矩形がかかった木を調査することによって、 ha 当り断面積(G)、同本数(N)、同材積(V)、平均直径(\bar{d})、平均樹高(\bar{h})を求めるものである。

ラインサンプリングの精度については、138い林小班における全林毎木調査のデータより、95%の信頼区間に入っていることを確認している。（説明－2参照）

このラインサンプリングによる3つの林相のデータは（表－1）の通りである。

ここで、このデータだけでは直径階別本数は推定できないので、ワイブル分布を用いることにする。（説明－3参照）

ワイブル分布とは、一種の確率密度関数で、 \bar{d} と \bar{d}_g （断面積平均直径）を与えることによって、直径階別確率分布が求まるのである。 C （形のパラメーター）の変化により様々な分布型になり、人工林、天然林などの様々な林形をうまく表現し、適合することが知られている。

138林班において、ワイブル分布を用いて直径階別本数を求め、 χ^2 検定を行った結果、5%有意水準で期待値（理論値）と観測値（実測値）に差がないことを確認済である。（説明－4参照）

ワイブル分布により求めた直径階別本数を示す。（表－1、図－1）により、伐期到来林分では、22～24cmのところにピークがある右に裾を引いた林型になっている。以前に択伐された林分、及び皆保作業実行林分では、指数曲線の林型になり、小径木が一番多くなっている。

次に、母樹の目安となる、直径30cm以上の木の本数をみてみますと（表－1）の通りである。つまり、

- (1) 伐期到達林分では 159 本
 - (2) 更新済の若い林分では 58 本
 - (3) 皆保作業実行林分では 51 本
- となっている。

3. 考 察

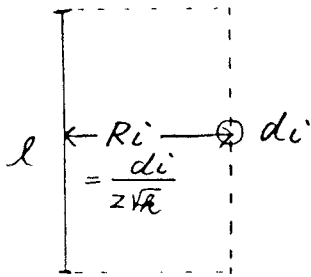
本調査結果から、神岡宮林署におけるブナ帯上部において、確実に天然更新を図るためには、60本程度の母樹を残す必要があるという、一応の指標を得たのである。（この60本の場合の平均樹冠距離は7.8mになる。）

この60本という本数からみると、地域施業計画の基準から算出される20～30本の母樹本数は、幾分少ないのではないかと思われる。

しかし、ここで取りあげた皆保林分は極めて良い状態で母樹が残されている林分である。今後は20～30本の母樹が残っている平均的な林分での成林状況を追っていく必要がある。

最後に、天然更新は母樹の本数だけでその成否が決まるものでないことは言うまでもない。その成否には、地床植生、土壌、照度、種子の豊凶等、種々の因子が絡んでおり、そのトータルとして天然更新が成功するものである。天然更新の要素は、成分ごとに少しずつ異なっていると考えるべきである。

それだけに、私たちは天然更新について画一的、そして安易な施業を行ってはならないのである。過去の成功地におけるデータを集積するとともに、各地域における林分の遷移の状況を把握するなかから、より確実な天然更新を図っていく必要があるのである。



カウント木の断面積 (m^2)

$$g_i = \frac{\pi d_i^2}{4 \times 100^2}$$

矩形プロット面積 (ha)

$$a_i = \frac{d_i}{z\sqrt{k}} \times l \times \frac{1}{100^2}$$

カウント木の ha 当り断面積 (m^2/ha)

$$G_i = g_i/a_i = \frac{\pi d_i^2}{4 \times 100^2} \times \frac{z\sqrt{k} \times 100^2}{d_i l}$$

$$= \frac{\pi\sqrt{k}}{z l} d_i$$

\therefore ha 当り断面積

$$G = \frac{\pi\sqrt{k}}{z l} \times \sum d_i$$

カウント木の ha 当り本数

$$N_i = G_i/g_i = \frac{\pi\sqrt{k}}{z l} d_i \times \frac{4 \times 100^2}{\pi d_i^2}$$

$$= \frac{z\sqrt{k}}{l} \times 100^2 \times \frac{1}{d_i}$$

\therefore ha 当り本数

$$N = \frac{z\sqrt{k}}{l} \times 100^2 \times \sum \frac{1}{d_i}$$

材積 v_i 有るカウント木の ha 当り材積 (m^3/ha)

$$V_i = v_i/a_i = v_i \times \frac{z\sqrt{k} \times 100^2}{d_i l}$$

$$= \frac{z\sqrt{k}}{l} \times 100^2 \times \frac{v_i}{d_i}$$

\therefore ha 当り材積

$$V = \frac{z\sqrt{k}}{l} \times 100^2 \times \sum \frac{v_i}{d_i}$$

平均直径 (cm)

$$\bar{d} = \frac{\sum (N_i \times d_i)}{\sum N_i} = \left(\sum \frac{z\sqrt{R}}{l} \times 100^2 \times \frac{1}{d_i} \times d_i \right) / \left(\sum \frac{z\sqrt{R}}{l} \times 100^2 \times \frac{1}{d_i} \right)$$

$$= \frac{n}{\sum \frac{1}{d_i}} \quad (n \text{ はカウント本数})$$

平均樹高 (m)

$$\bar{h} = \frac{\sum (N_i \times h_i)}{\sum N_i} = \left(\sum \frac{z\sqrt{R}}{l} \times 100^2 \times \frac{1}{d_i} \times h_i \right) / \left(\sum \frac{z\sqrt{R}}{l} \times 100^2 \times \frac{1}{d_i} \right)$$

$$= \sum \frac{h_i}{d_i} / \sum \frac{1}{d_i}$$

となる。ここで $l = 5\pi$, $k = 4$ (断面積定数) とおくと

$$R_i = \frac{d_i}{4} \quad (\text{理論水平距離; m})$$

$$G = \frac{1}{5} \sum d_i$$

$$N = \frac{8000}{\pi} \sum \frac{1}{d_i}$$

$$V = \frac{8000}{\pi} \sum \frac{v_i}{d_i}$$

$$\bar{d} = \frac{n}{\sum \frac{1}{d_i}}$$

$$\bar{h} = \sum \frac{h_i}{d_i} / \sum \frac{1}{d_i}$$

となる。

- 138 い 林小班における全林毎木調査のデータ

面積 3.11 ha

$$N = 253$$

$$V = 226$$

$$\Sigma d = 24874$$

$$\Sigma h = 11156$$

$$\Sigma d^2 = 1028948$$

$$\Sigma h^2 = 177408$$

$$\bar{d} = 31.65$$

$$\bar{h} = 14.19$$

$$\sigma_n = 17.54 \quad (n=786)$$

$$\sigma_n = 4.93$$

$$\sigma_{n-1} = 17.55$$

$$\sigma_{n-1} = 4.93$$

- ラインサンプリングによるデータ

ライン数 δ

$$G = 30.75$$

$$V = 251$$

$$N = 280$$

$$\bar{d} = 31.81$$

$$\bar{h} = 14.26$$

- ここで \bar{d} , \bar{h} について サンプリングのデータが信頼限界内かどうかを調べる。

$$\bar{d} : \bar{x} \pm 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \Rightarrow 31.65 \pm 2.16$$

$$31.65 - 2.16 < 31.81 < 31.65 + 2.16$$

$$\bar{h} : \bar{x} \pm 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \Rightarrow 14.19 \pm 0.61$$

$$14.19 - 0.61 < 14.26 < 14.19 + 0.61$$

よて \bar{d} , \bar{h} ともに 95% の信頼限界内である。

ワイブル分布の式は

$$f(x) = (c/b) (x/b)^{c-1} \exp \left\{ - (x/b)^c \right\} \quad (\exp \text{ は } e^x \text{ のこと})$$

である。ここで $x \geq 0$, $x = d - a$ (a は最小直径限界、位置のパラメータ)
 b : 尺度のパラメータ (b より小さい直径の木は全体の 63%)
 c : 形の " "

c が変化することによる様々な分布型になりうる

- $c < 1$ 逆J字型
- $c = 1$ 指数曲線 (Meyer の天然林分布)
- $1 < c < 3.6$ 右にすそを引いた曲線
- $c = 3.6$ 正規分布
- $c > 3.6$ 左にすそを引いた曲線

求めかたを示す

$$n, \sum d, \sum d^2, a$$

$$\bar{d} = \sum d / n \quad \bar{d}g = \sqrt{\sum d^2 / n}$$

$$CV_d = \frac{\sqrt{\sum d^2 / n - \bar{d}^2}}{\bar{d}} = \sqrt{\left(\frac{\bar{d}g}{\bar{d}}\right)^2 - 1} \quad (\text{直径の変動形数})$$

$$CV_x = CV_d \frac{\bar{d}}{\bar{d} - a} \quad (\text{x の変動形数})$$

↓

表より CV_x に対応する c, Γ_1 を求める

(Table of C, Γ_1, Γ_2 and Coefficient of Variation)

$$b = \frac{\bar{d} - a}{\Gamma_1}$$

a, b, c より $f(x)$ が求まる, $f(1), f(3), \dots$ 確率分布

$Nf(1), Nf(3), Nf(5), \dots$ 直径階別本数が求まる

説明-4. ワイブル分布の適合度検定

138 林班五においてワイブル分布の検定を行なう。
(説明-2) のデータより (説明-3) のプロセスによって計算します。
と、 $a = 7$ (δ cm 以下の木はない)

$$CV\alpha = 0.5542$$

$$CVx = 0.7116$$

$$C = 1.45 \quad (\text{表より})$$

$$P_1 = 0.90672$$

$$b = 27.18$$

以上により求めた理論値と実際の観測値とを(図-2)に示します。

次に、適合度に関する χ^2 検定を行ないます。

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{観測値} - \text{理論値})^2}{\text{理論値}}$$

$$= 31.08$$

ここで自由度 $n = 34 - 2 = 32$ の上側 5% の限界値と比較する
表より

$$\chi^2 = 31.08 < \chi^2(32, 0.05) = 46.19$$

よって理論値(期待値)と観測値には差がない

表-1. ラインサンプリングによる三つの林相

	伐期到達林分	択伐された林分	皆保作業林分
G	35.49 m ²	14.43	13.12
D	315.14 m ²	102.59	102.25
N	292.14	254.91	159.60
\bar{d}	34.47 cm	21.14	25.53
\bar{h}	16.61 m	10.98	12.91
ライン数	22	26	10

ワイブル分布を求める際のパラメーター

	伐期到達林分	択伐された林分	皆保作業林分
a	5	5	5
\bar{d}_g	39.33	26.85	32.35
CV _d	0.5494	0.7830	0.7782
CV _x	0.6426	1.0256	0.9677
c	1.60	1.00	1.05
P	0.89657	1.00	0.98079
b	32.87	16.14	20.93

$$c = \bar{d}_g = 100 \sqrt{\frac{4G}{\pi N}}$$

直径 30cm 以上の木の本数

	伐期到達林分	択伐された林分	皆保作業林分
N	292	255	160
30cm 以上	159	58	51
" 以下	133	197	109

図-1. ワイブル分布による直径階別本数

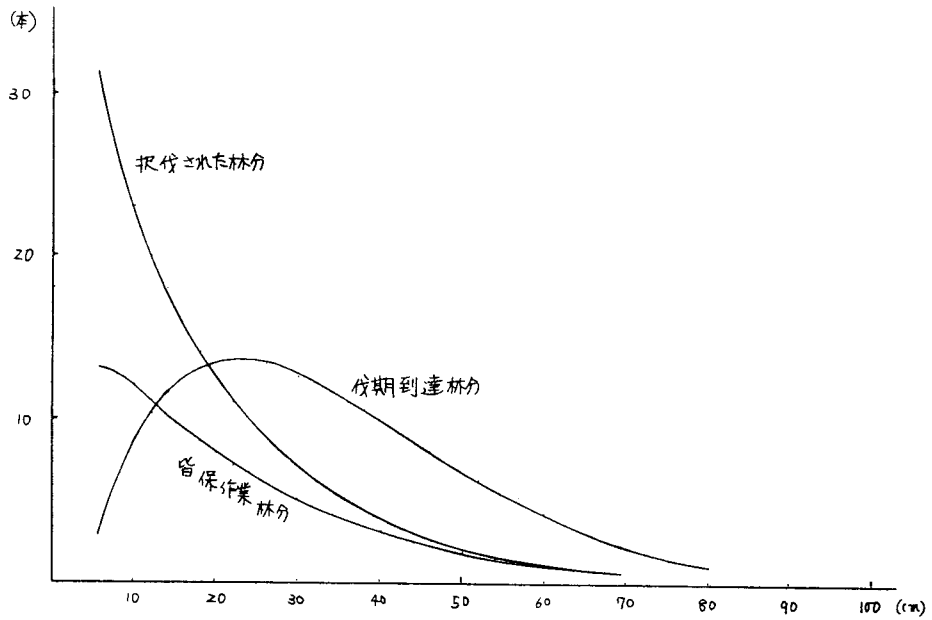


図-2. 138い林小班における直径階別本数

