

カラマツ林分における単木の直径生長量に 及ぼす周囲密度の影響

阿部 信行*

Effect of spacing on the individual diameter increment
of Japanese larch (*Larix leptolepis* GORD.) stand

Nobuyuki ABE*

はじめに

人工林における立木の生長は、生長経過とともに周囲密度の影響を受ける。

筆者(1972, 1973)は密度を隣接木までの距離として表示した場合に、単木の胸高直径生長量に与える影響をカラマツ林分について報告した。前報は、調査時の胸高直径1回かぎりの測定値による分析であった。そこで、本報では、カラマツ60年生高齢林分を対象に、過去の生長にさかのぼって、5年間隔の定期断面積生長量および各年時の直径生長量を求め、この生長量が時間の経過とともに、周囲密度によってどのように影響されるのか、また、その際の周囲密度の影響範囲および方位による影響を調べたので報告する。

用いた電子計算機はNEAC2200-500であり、計算に際し、種々の御便宜をおはかり頂いた道林務部太田馨主査に厚く御礼申し上げる。

なお、本報の一部は、第84回日本林学会大会および第22回日本林学会北海道支部大会で発表した。

調査地および資料

資料は前報(1973)と同じ、狩勝峠旧鉄道防雪林を用いた。1912年植栽のカラマツ60年生林分を試験林分とし、40m×40mのプロットを設定し、この中に含まれる74本の立木を伐倒し、5年間の定期断面積生長量および各年時の直径値を求めた。この場合、丸太を木取りした際に得られた円板により解析を行なった。高橋(1970)はスギ林分を調査して、伐根の連年生長量と他の地上高の生長は相関が非常に高いことを報告している。この点に関し、本報のカラマツ林分でも検討してみた。結果を図-1, 2に胸高直径に対する地上高4mと伐根(0.3m)における直径値の変動として示した。このように、本報のカラマツ林分では、偏心生長をしているものが多くみられ、伐根の円板による測定値では変動が大きすぎたので、地上高4mの円板により、各年輪幅を測定して、年階別定期断面積生長量および直径生長量を求め、これを資料とした。また、74本の立木位置を示せば、図-3のとおりである。若干の測定不能木を含めてhaあたり本数を求めると531本である。植栽当時はかなり密植されていたと想像されるが、過去の施業については不明である。林分内に伐根径10~20cm、伐根年輪数20~30のもの

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station, Bibai, Hokkaido

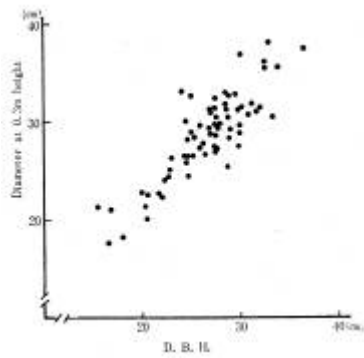


図-1 胸高直径に対する伐根直径の変動

Fig.1 Relation between D.B.H. and diameter at 0.3m height.

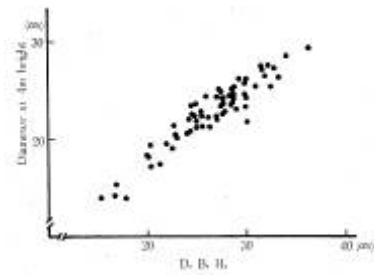


図-2 胸高直径に対する地上高4mの直径変動

Fig.2. Relation between D.B.H. and diameter at 4m height.

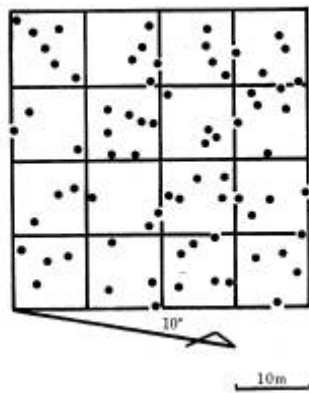


図-3 立木位置図

Fig.3. A map showing positions of individuals in the stand.

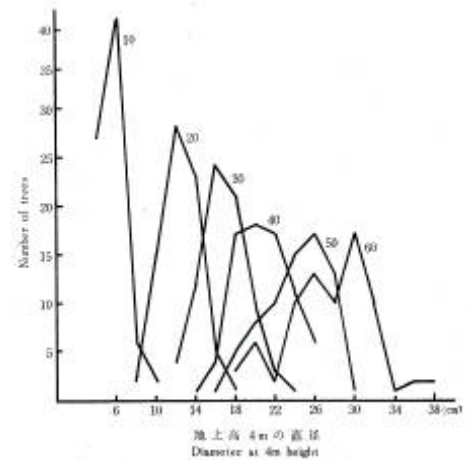


図-4 各年階別直径分布

Fig.4. Distribution of diameter at 4m height at various ages in years.

の40個を確認した。ただし、これらの伐根は相当腐朽しており、成林当初のものと思われる。

図-4に、各年階別(10年間隔)の地上高4mの皮内直径階分布を示す。高齢級になるほど、分布がひろがっていくことを示している

研究方法および結果

1) 周囲密度の表示

前報(1973)に示した point density を求めるプログラムにより、以下に示す計算方式によって、ある対象

木の point density (m²/ha)を求めた。

対象木を含まない場合

$$Bn = \frac{\sum_{i=1}^n \left(i - \frac{1}{2} \right) ki}{n}$$

ただし, $ki = \left(\frac{Di}{2 Li} \right)^2$

ここで Di = 隣接木の直径, Li = 隣接距離

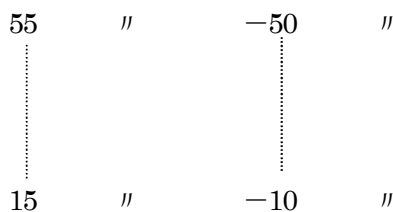
対象木を含む場合

$$Bn = \frac{\sum_{i=1}^n \left(i + \frac{1}{2} \right) ki}{n}$$

2) Point density と定期断面積生長量との相関

X変数：ある対象木を中心にして、測定本数 $n = 1, 15$ 本までの point density の値を各立木すべてについて計算

Y変数：60年時の断面積(m²) - 55年時の断面積



X, Yの相関を、対象木を含む場合と含まない場合とにけて求めた。すなわち、最初に $n = 1$ の時の point density の値をすべての立木について計算し、両者の相関をとった。そして順次、 $n = 2, 15$ までと範囲を広げ

表-1 対象木を除いた場合の point density と定期断面積生長量の各年階での相関表

Table 1. Succession of correlation coefficients between point density and 5-year periodic basal area increment excluding subject tree.

測定本数 Sample size	Age									
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1	0.004	0.056	-0.109	-0.296	-0.374	-0.302	-0.387	-0.377	-0.333	-0.175
2	0.042	0.005	-0.023	-0.211	-0.302	-0.195	-0.345	-0.354	-0.305	-0.182
3	0.066	0.041	-0.020	-0.220	-0.324	-0.233	-0.393	-0.415	-0.352	-0.197
4	0.088	0.065	-0.013	-0.220	-0.319	-0.237	-0.404	-0.432	-0.365	-0.189
5	0.106	0.074	-0.001	-0.212	-0.309	-0.240	-0.405	-0.449	-0.384	-0.181
6	0.113	0.074	-0.010	-0.209	-0.303	-0.243	-0.395	-0.447	-0.378	-0.161
7	0.120	0.067	-0.010	-0.214	-0.301	-0.246	-0.381	-0.441	-0.367	-0.139
8	0.119	0.061	-0.014	-0.214	-0.291	-0.242	-0.370	-0.430	-0.356	-0.123
9	0.117	0.057	-0.017	-0.210	-0.279	-0.237	-0.358	-0.420	-0.346	-0.107
10	0.111	0.055	-0.022	-0.205	-0.266	-0.229	-0.341	-0.406	-0.330	-0.089
11	0.104	0.053	-0.026	-0.198	-0.254	-0.224	-0.325	-0.391	-0.317	-0.072
12	0.100	0.051	-0.030	-0.194	-0.243	-0.218	-0.311	-0.378	-0.305	-0.058
13	0.097	0.049	-0.032	-0.193	-0.232	-0.212	-0.296	-0.365	-0.293	-0.043
14	0.092	0.046	-0.029	-0.194	-0.222	-0.208	-0.282	-0.352	-0.280	-0.031
15	0.088	0.042	-0.025	-0.197	-0.216	-0.204	-0.267	-0.339	-0.267	-0.019

表-2 対象木を含む場合の point density と定期断面積生長量の
各年階での相関

Table 2. Succession of correlation coefficients between point density and
5-year periodic basal area increment including subject tree.

測定本数 Sample size	Age									
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1	0.004	0.056	-0.109	-0.296	-0.374	-0.302	-0.387	-0.377	-0.333	-0.175
2	0.032	0.012	-0.048	-0.237	-0.326	-0.227	-0.361	-0.365	-0.317	-0.183
3	0.047	0.010	-0.045	-0.243	-0.341	-0.251	-0.394	-0.407	-0.349	-0.193
4	0.062	0.026	-0.040	-0.245	-0.340	-0.255	-0.404	-0.421	-0.360	-0.191
5	0.075	0.033	-0.031	-0.242	-0.337	-0.259	-0.409	-0.436	-0.376	-0.187
6	0.081	0.036	-0.024	-0.242	-0.336	-0.263	-0.408	-0.442	-0.377	-0.177
7	0.088	0.034	-0.023	-0.247	-0.338	-0.267	-0.403	-0.444	-0.375	-0.164
8	0.089	0.032	-0.020	-0.247	-0.332	-0.266	-0.399	-0.440	-0.371	-0.154
9	0.090	0.030	-0.016	-0.245	-0.326	-0.264	-0.393	-0.437	-0.366	-0.143
10	0.087	0.031	-0.012	-0.243	-0.318	-0.260	-0.382	-0.430	-0.358	-0.131
11	0.084	0.030	-0.007	-0.238	-0.310	-0.257	-0.373	-0.422	-0.351	-0.118
12	0.083	0.030	-0.003	-0.236	-0.302	-0.253	-0.364	-0.415	-0.344	-0.107
13	0.082	0.030	-0.001	-0.235	-0.294	-0.250	-0.354	-0.407	-0.336	-0.095
14	0.079	0.028	-0.002	-0.235	-0.286	-0.247	-0.343	-0.399	-0.327	-0.085
15	0.077	0.026	-0.003	-0.236	-0.280	-0.244	-0.332	-0.389	-0.317	-0.074

ていき、その都度、断面積生長量との相関係数を算出した。対象木を含まない場合を表-1に、対象木を含む場合を表-2に示した。

表-1, 2 から、各年階によって測定本数による相関の最大値は変動するが、相関係数が0と有意差を示すのは、どちらも30年からであり、一様に60年の伐期で再び、有意差を示さなくなる。対象木を含まない場合の各年階における相関の最大値の変動を図-5に示した。

対象木を含めた場合もほぼ同様の傾向を示した。

伐期で相関係数が0と有意差を示さないのは、Y変数の定期断面積生長量が原因していると思われる。定期断面積生長量の変動については考察で述べる。そこで、直径生長量をY変数にして分析を行なってみた。

3) 視角と直径生長量との相関

Angle summation (SPURR 1962) の中心的な項目である D/L (視角) によって、直径生長量との相関をとった。この場合、林分を構成する単木単位の直径の推移を調べるために、最短隣接木および2番目に近い隣接木の直径と対象木の直径との相関を調べた。

Y変数=各年階(60~10年)の直径生長量とし、X変数は下記TYPE(前報1973のタイプ別番号に一致さ

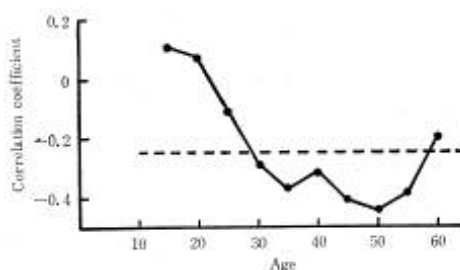


図-5 各年階で最大値を示した相関係数の変動(対象木を除いた場合)点線は危険率5%で0と有意の線

Fig.5. Succession of maximum correlation coefficients between point density and 5-year periodic basal area increment excluding subject tree. A dotted line shows significant at the 0.5 percent level.

せた) とした。

TYPE 10……対象木から1番近い隣接木の直径

// 11……対象木から2番目に近い隣接木の直径

// 12…… D/L

// 13 …… $\frac{\sum_{i=1}^2 Di / Li}{2}$

// 14 …… $\frac{\sum_{i=1}^3 Di / Li}{3}$

// 15 …… $\frac{\sum_{i=1}^4 Di / Li}{4}$

// 16 …… $\frac{\sum_{i=1}^5 Di / Li}{5}$

XとYの相関を各年階別に計算した結果を表-3に示した。

表-3から、Y変数に各年階別直径値をとれば、相関係数は年階とともに上昇していく。最大の相関を示したのは、タイプ12の対象木の直径を最短隣接木までの距離で割った視角によるものであった。この場合、40年で相関係数が0と有意差を示した。また、タイプ1の最短隣接木の直径との相関は40年で0と有意差を示している。以上の関係を図-6に示した。

図-6から、初期の年階で相関が変動することから、この時期に本数減少が進み、35年頃から安定してきて、被圧関係も固定化され、伐期まで推移してきたことを意味している。これは、伐根調査によっても、この20~30

表-3 各年階別直径と隣接距離の比による相関表
Table 3. Succession of correlation coefficients of each type.

TYPE	Age											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
10	0.021	0.061	0.165	-0.061	-0.125	-0.211	-0.305	-0.357	-0.361	-0.389	-0.390	
11	0.012	0.144	0.230	0.212	0.191	0.121	0.123	0.115	0.097	0.087	0.067	
12	0.002	0.022	0.065	-0.024	-0.111	-0.189	-0.291	-0.369	-0.404	-0.435	-0.441	
13	0.001	0.048	0.082	0.013	-0.059	-0.145	-0.219	-0.300	-0.348	-0.381	-0.399	
14	0.003	0.048	0.078	0.002	-0.070	-0.132	-0.230	-0.314	-0.368	-0.403	-0.424	
15	0.002	0.022	0.064	-0.009	-0.076	-0.112	-0.227	-0.311	-0.366	-0.399	-0.424	
16	0.001	0.024	0.060	-0.012	-0.078	-0.102	-0.226	-0.309	-0.363	-0.396	-0.422	

type 11=Correlation coefficients between the diameter growth of subject tree and that of the secondary distance from the subject tree.

type 13-16= Correlation coefficients between the diameter growth of subject tree and the value of

$$\frac{\sum_{i=1}^n Di / Li}{n}$$

n=the tree number given according to order of the spacing from the subject one maximum n=5

年間は手入れがほとんどないことから裏付けられる。

このように、単木の直径生長量は、40年頃から、周囲密度の影響を受けていることがわかる。

4) 対象木の生長に及ぼす周囲密度の範囲

対象木の定期断面積生長量に及ぼす周囲密度の範囲を調べてみた。各年階によって定期断面積生長量と point density との相関の最大値を示す本数は図-7に示したように変動する。

図-7から、最初の15年時で7~9本のときが最大値を示すが、むしろ、40年時までは $n=1$ のときが最大値を示す。以後若干本数は変動するが伐期で値がさがり、どちらも60年時で $n=3$ 本を示す。

これらから、対象木の定期断面積生長量に及ぼす隣接木の影響範囲は、視角の大きさで表示すれば $n=3\sim5$ 本程度と指摘できる。 D/L と直径生長量との関係を調べてみると、表-3より、 $n=1$ の時が最大値を示す。

影響を及ぼす範囲を隣接距離で表示するため、前報(1973, タイプ1~8)の隣接木までの平均距離によって分析を行ない、その結果を図-8に示した。図-8の対象木から近い順に位置する番号としているのは、最短隣接木を1とし、順次近い順にその範囲をひろげていったときの平均隣接距離の順位を示す番号である。この場合、隣接距離そのものを用いているため、60年時の分析にとどめた。参考までに、隣接距離の因子だけによる分析では、40年時で有意な相関を示したが、視角による値より小さかった。

図-8から、最大の相関を示したのは3番目に近い隣接木までの平均距離をX変数とした場合で、相関係数は約0.3を示し、その時の74本の平均隣接距離は約5.4mである。したがって、立木密度が高い幼齢林分では、対象木の生長に影響を及ぼす周囲密度の範囲はもっとせまくなると云える。

参考までに、前報(1973)の15年生カラマツ林分188本(haあたり本数1,900本)で同様の分析を行った結果、

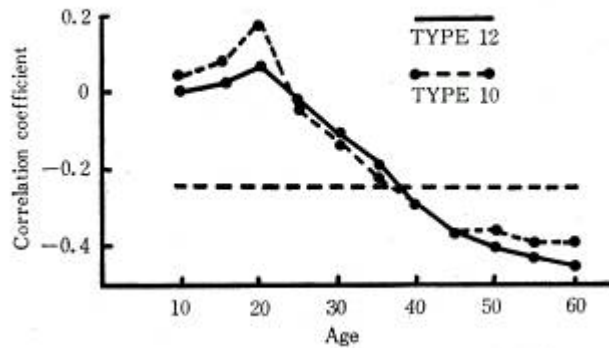


図-6 TYPE10とTYPE12の相関の変動(点線は危険率5%で0と有意の線)

Fig.6. Succession of correlation coefficient of types 10 and 12.

TYPE 10= Correlation coefficients between the diameter growth of subject tree and that of the closest distance from the subject tree.

TYPE 12= Correlation coefficients between the diameter growth of subject tree and the value of D/L .

D= diameter growth of the closest distance from the subject tree.

L= value of distance from the subject tree to the closest one.

A dotted line shows significant at the 0.5 percent level

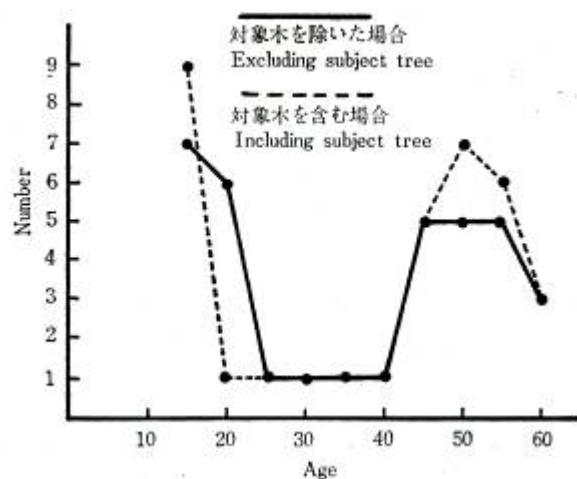


図-7 年階別で最大の相関(point density と定期断面積生長量)を示した本数変動

Fig.7. Changes of number which showed maximum correlation coefficients between point density and 5-year periodic basal area increment.

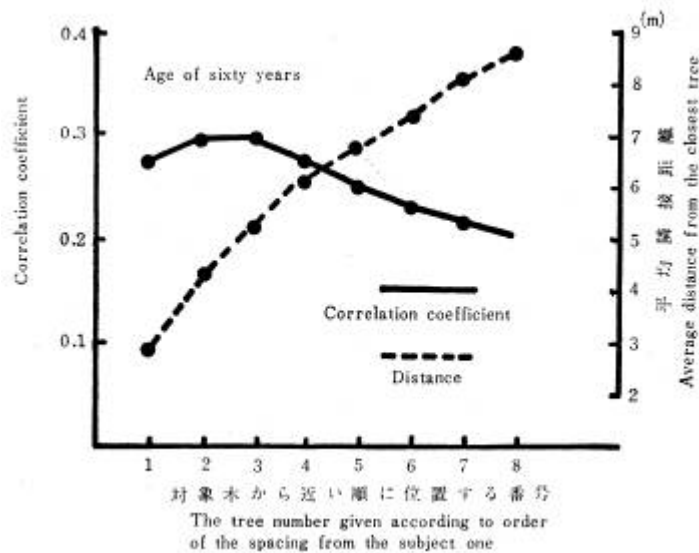


図-8 最大の相関を示した時の隣接木本数と平均隣接距離

Fig.8. Correlation between the tree number given according to order of the spacing from the subject tree and average distance from the closest one.

n=5本で最大値を示し、そのときの平均隣接距離は約2.8mであった。

5) 方位による周囲密度の影響

対象木に及ぼす周囲密度の影響は平均隣接距離が同じで、立木の配置状態により異なってくる。そこで、方位による周囲密度の影響について調査した。プロット位置は、傾斜角 5° 未満の平坦地であるが、北、南、東、西(正確には、図-3 に示したように、10° ずれている)の4方向別に周囲密度を表示して、方位による影響を調べてみた。方位別の周囲密度の表示には、OPIE(1968)の zone count 法を応用した。zone count 法は BITTERLICH 法に理論的根拠をおいているものであり、ha あたりの断面積合計を求めようとするものである。これまでに、この方法を用いたものは、高田ら(1969)がエゾマツ・トドマツ天然林を対象に zone count 法によって立木密度を算出した例があるだけで他にはみられない。そこで、この方法の概略を述べると以下の通りである。

対象木を中心としてあらかじめ決められた断面積乗数により拡大された円を maximal zone とする。この maximal zone 内において隣接木の拡大円のかさなりあう円の面積と maximal zone の面積の比を用いて ha あたりの断面積合計を求めようとするものである。

これらの関係は

$$S = \left(B.A.F. \div \sum_{i=1}^n A_i \right) \cdot \sum_{i=1}^n (A_i \cdot i) \quad (1)$$

ここで S: 断面積合計(m²/ha)

B.A.F: 断面積乗数

n: かさなりあう円の最大数

A_i: i 枚数かさなった円の面積

としてあらわせる。すなわち $\sum_{i=1}^n A_i$ は対象木を中心とした拡大円の面積を、そして $\sum_{i=1}^n (A_i \cdot i)$ は maximal zone 内のかさなり合った円の面積を意味する。

具体的な zone count のモデルを図-9 に示した。斜線部が対象木の maximal zone を示し、後述するように、断面積乗数は4として拡大したものである。この例では $i = 4$ となる。かさなり合う円の面積測定は、点格子板によるとしても複雑なので、OPIE (1968) は簡易的な方法として以下の方法を示した。図-9 の C1~C5 の各点 (拡大円の中心および拡大円の半径の $2/3$ の位置) でのかさなり合う枚数を数え、次式により ha あたり断面積合計を求めた。

$$S = \frac{1}{5} \cdot B.A.F. \cdot \sum_{i=1}^5 C_i \quad (2)$$

すなわち各点のかさなり合う円の平均値により表示しようとするものである。

OPIE(1968)は具体的な例を示し、両者の誤差が実用範囲内におさまることを示した。

そこで、今回は、この C1~C5 の各点における拡大円のかさなり合う枚数で(2)式によって S 値を算出し、図-9 に示した 4 方位別の周囲密度を表示し、各年階の直径生長量との相関を算出した。

Y変数： 各年階の直径値

X変数は下記 TYPE 17~22 までとした。

TYPE 17 : (2)式の S 値

- // 18 : C1 の点における S 値
- // 19 : C2 // (南)
- // 20 : C3 // (西)
- // 21 : C4 // (北)
- // 22 : C5 // (東)

各 TYPE 別に X と Y との相関係数を年各階別に算出した。この場合、断面積乗数は4と仮定すると、拡大率 = $\sqrt{\frac{10000}{4}} \times 0.5 = 25$ となり、直径 (cm 単位) を 25 倍すれば、拡大円の半径となる。60 年時の地上高 4 m の皮内平均直径 22cm を代入して拡大円の半径を求めると 5.5m となる。これは、4) の対象木の生長に及ぼす周囲密度の影響範囲 5.4m をカバーしていると思われるので、B.A.F. は 4 とした。

付録に示したプログラムによって、対象木の拡大円の C1~C5 の各点において、かさなり合う枚数をカウントさせた。そして(2)式により、各点の断面積合計を求め、X、Y の相関係数を算出した。結果を表-4 に示した。

表-4 から、相関係数が 0 と有意差を示すのは、TYPE 17 で 50 年から、TYPE 22 (方位:東) で 60 年で、他の方位は有意差を示さなかった。また、方位による相関係数に、はっきりした傾向はなかった。

ここで、方位によるカウント枚数を各年階別に 74 本の平均値で表示すれば表-5 のとおりで、方位によるカウント枚数に有意差は生じない。これは、立木位置に大きな関連性があり、単木的には方位による空間が指摘できるが、平均値による差は生じなかったといえる。

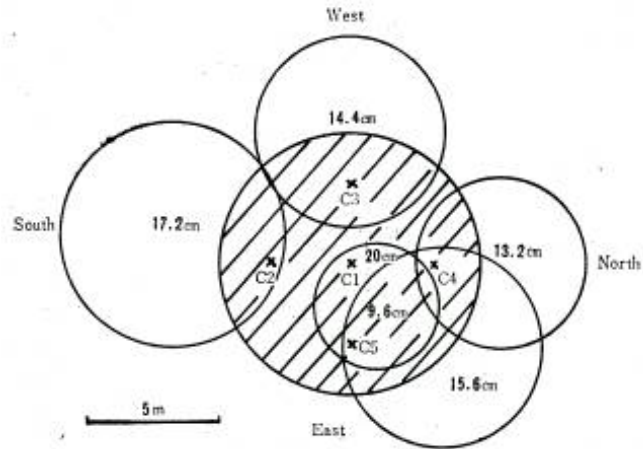


図-9 Zone count 法のモデル

Fig.9. Zone count model.

The circles indicate the maximal zones of influence for each tree. The asterisks show the points at which angle counts were made (two-thirds the radius).

表-4 各年階別直径と zone count 法との相関表
 Table 4. Succession of correlation coefficients between zone count
 <points of C1(type 18)~C5(type 22) and the value of S
 (type 17)>and the diameter growth of the subject tree.

TYPE	Age										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
17	0.002	0.061	0.105	0.070	-0.007	-0.010	-0.040	-0.111	-0.235	-0.207	-0.241
18	-0.001	-0.022	0.045	0.108	0.032	-0.005	-0.058	-0.167	-0.215	-0.212	-0.183
19	-0.022	-0.035	0.059	-0.025	0.012	0.011	0.011	-0.088	-0.138	-0.142	-0.152
20	-0.001	-0.005	0.021	-0.019	-0.061	-0.052	-0.067	-0.087	-0.177	-0.141	-0.131
21	0.002	0.143	0.009	-0.156	-0.151	-0.164	-0.168	-0.072	-0.117	-0.070	-0.075
22	0.012	0.127	0.200	0.161	0.131	0.143	0.157	0.052	-0.111	-0.180	-0.249

表-5 各年階別の方位による平均カウント数
 Table 5. Average numbers of count which zone count were made
 at four directions.

	Age										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
South	1.02	1.19	1.53	1.85	2.09	2.48	2.77	3.12	3.34	3.72	4.15
West	1.11	1.23	1.54	1.92	2.20	2.51	2.88	3.24	3.50	3.78	4.12
North	1.08	1.22	1.57	1.92	2.18	2.49	2.84	3.24	3.54	3.84	4.22
East	1.13	1.23	1.55	1.92	2.16	2.18	2.86	3.30	3.70	4.08	4.30

ただ、TYPE 17のS値と直径生長量の相関が point density よりも低いことから、密度表示として精度があまりよくないと言える。したがって、他の方法によって、方位による周囲密度の影響を考慮してみる必要があるろう。

考 察

図-5に示した相関係数の変動から、本数減少の落ち着いてきた時期を示した。これは、前報(1972)の15年生幼齡林分を対象に胸高直径生長量と周囲密度の関係を調べた結果、有意な相関関係があったことから推論したものである。また、隣接木との直径の相関をとって被圧関係を調べてみても、15年生幼齡林分ですでに有意な相関があるが、本報の分析では40年から有意な相関関係を示す。したがって、現在本数をもとに分析することで、過去の本数減少が落ち着き、被圧関係が生じる時期を推定できる。林ら(1972)は、林齡50年以上のスギ林分で、隣接個体間の直径生長量の関係を調べ、初期に正の有意な相関があることを示した。本研究では表-3に示したように35年までは有意な相関関係がないことから、相当数の本数減少があり、隣接個体間の関係を消滅してしまったのであろう。しかし、林ら(1972)は、隣接個体間の年時による相関の変動をつぎのように説明している。

すなわち、近接して生育する個体は遺伝的には全くランダムであるが、環境的には離れているものどうしよりも似ているはずであり、また競争の面からは、一方がよくなって他方が悪くなるという意味で逆の関係にあるはずである。したがって、それらの相関は、遺伝的にはゼロ、環境的には正、競争が起こると負の値を示すことが考えられる。実際の資料でも、植栽後10年目までは相関係数は正で、その後、減少し、25年で負になること

を示している。

本報では、最短隣接木の直径生長量と対象木の直径生長量の相関は、有意差を生じないが 20 年までは正を示し、25 年から負となり、ほぼ同様の傾向を示している。本数減少が急激でなければ、初期に正の有意な相関が期待される。なお、本報では、40 年以降の負の有意な関係を被圧関係としてとらえることにした。林ら (1972) はこれを競争効果によるものとしているが、現在本数による分析では、広義の被圧関係とする方が妥当と考えたからである。

林木の生長には、林齢により、もっとも適切な生長空間といったものが存在するはずである。このためには、単木の直径生長量に及ぼす周囲密度の影響を調べなければならない。

前述の林らは、隣接する個体間の生長の相関を調べて「競争圧」の効果を主に分析している。そして、STENEKER ら (1963) も一定範囲内の直径生長量を距離の 2 乗で重みづけして分析する方法を提示し、林ら (1972) は一定範囲(R=4.5m)内の個体間どうしの測定値を分析し、良好な結果を得た。しかし、R=4.5 m については、理論的な説明がなされていない。筆者の分析では、表-3 のTYPE 11 に示したように、2 番目に近い隣接木との直径の相関を調べると、伐期まで有意差を示さない。したがって、単木の直径生長量に及ぼす影響を生長空間におき、隣接木までの距離関係で表示しようとしたものである。

この際に重要なことは、周囲密度の影響度の表示法と、その範囲をおさえることである。本報の林分では、単木の直径生長量に及ぼす平均隣接距離は 60 年で約 5.4m で、林ら (1972) の示した範囲よりやや広い。しかし、この影響範囲は立木位置によって変わると思われる。したがって、固定化されるものではなく、種々の林分について調査しなければならない。この生長空間と STENEKER ら (1963) の競争を及ぼす範囲はある関係が存在すると考えられるが、詳しく分析していない。

本数減少が安定した時期から、周囲密

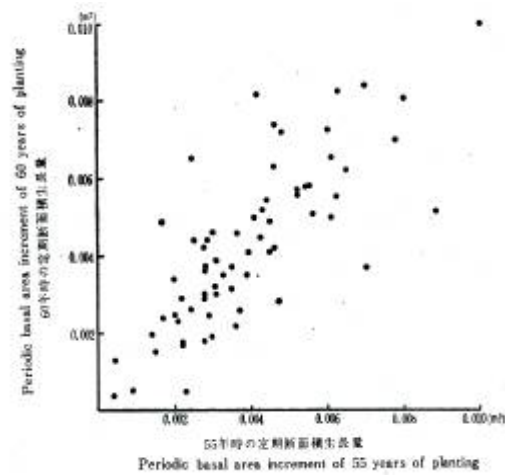


図-10 55年時の定期断面積生長量と60年時の定期断面積生長量との関係

Fig.10. Relation between periodic basal area increment for 60 years of planting (total growth of basal area of 60 years-55 years) and 55 years (total growth of basal area of 55 years-50 years).

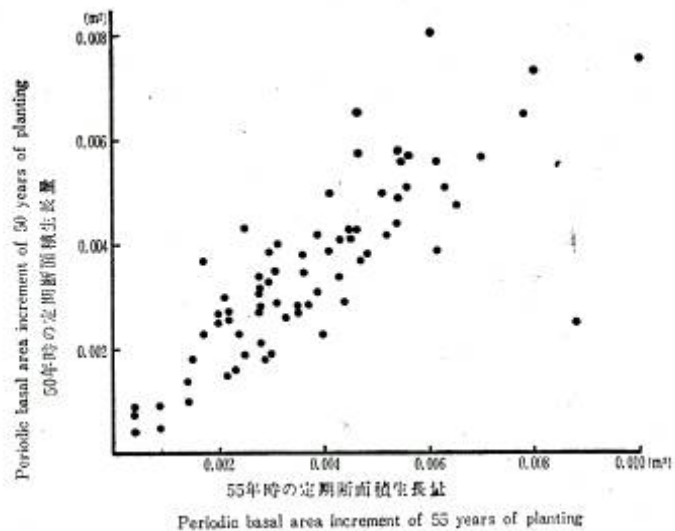


図-11 50年時の定期断面積生長量と55年時の定期断面積生長量との関係

Fig.11. Relation between periodic basal area increment of 50 years of planting (total growth of basal area of 50 years-45 years) and 55 years (total growth of basal area of 55 years-50 years).

度と直径生長量および定期断面積生長量との間に有意な相関関係が生じる。しかしながら 60 年時で定期断面積生長量を Y 変数とした場合に有意差を示さないのは、その時期 (60-55 年) の定期断面積生長量に大きな変動があったためであろうと考えられる。これらの関係をみるために、資料木について、55-50 年時の定期断面積生長量をもとに、これに対して 50-45 年時と 60-55 年時の生長量がどのように変動するかを示したのが図-10, 11 である。両図から、60-55 年の定期断面積生長量は、それより前の生長量にくらべて大きく変動していることが指摘できる。

本来ならば、この変動が周囲密度によって生じたものと考えられるのだが、有意な相関がなくなることから、本報の密度表示では説明できない変動があったといえる。この周囲密度以外の変動に関しては、現在、不明である。

あ と が き

過去の生長にさかのぼって、定期断面積生長量および直径生長量が周囲密度によってどのように影響されてきたかについて分析を試みた。残念ながら、対象林分の過去における施業経過が不明なため、本数減少がはっきりしない。したがって、初期の年階における相関は、本数減少の途中と思われ、有意差を生じない。今後は、林齢や立木本数の異なる林分を追跡しながら、直径生長量に及ぼす周囲密度の影響を究明したいと思っている。

なお、最初に指摘したように、地上高 4 m の円板による測定値を用いたので、胸高直径の測定値を用いれば、これらの関係が 5 年程度はやくあらわれることが期待されよう。

摘 要

カラマツ 60 年生高齢林分を対象に、単木ごとに、5 年間の定期断面積生長量および直径生長量を求め、周囲密度との相関、その範囲、方位などとの関連について検討した。

1. 定期断面積生長量と point density として表示した周囲密度との間には、30-35 年頃から有意な相関関係が認められた。
2. 直径生長量と視角の大きさによる相関は 40 年より有意差を生じ、60 年まで上昇していく。
3. 最短隣接木の直径と対象木の直径の相関を算出すると 35 年から、有意差を生じる。つまり、本数減少がこの時期で安定しはじめたものと判断される。
4. 定期断面積生長量に及ぼす周囲密度の範囲は視角の大きさにすれば $n=3\sim5$ 本程度である。
5. 周囲密度の影響を隣接木までの平均距離で表示すれば、60 年時の直径生長量に及ぼす範囲は約 5.4m である。
6. zone count 法を応用して、方位による周囲密度の影響を分析してみたが、60 年時で東の方位に相関を示したが、はっきりした傾向は得られなかった。

文 献

- 阿部信行 1972 カラマツ幼齢林分における単木の胸高直径生長量と隣接木の距離との関係. 北林試報 10:1-10
———1973 カラマツ林分における単木の胸高直径生長量と隣接木の距離との関係. 北林試報 11:77-88
林 重佐・酒井寛一 1972 スギの生長と個体間競争. 日林誌 54 : 218-225
OPIE, J. E. 1968. Predictability of individual tree growth using various definition of competing basal area. For.Sic.14:314-323.

SPURR, S. H. 1962. A measure of point density. For. Sci. 8 : 85-96.

STENEKER, G. A. and TARVIS, J. M. 1963. A preliminary study to assess competition in a white spruce-trembling aspen stand. For. Chron. 39 : 334-336.

高田和彦・小林正吾・阿部信行 1969 北海道の天然林におけるエゾマツ・トドマツ単本の胸高断面積生長量について. 北林試報 7 : 37-50.

高橋宏明 1970 樹幹の根元部年輪の年生長と他の位置における年輪の年生長との相関. 日林誌 52 : 95-98.

Summary

This study was made to find the effect of spacing on the individual diameter increment in Japanese larch stand of 60 years of planting.

The author employed the point density (SPURR 1962) to express spacing. Program was shown by ABE (Bull. Hokkaido For. Exp. No. 11, 55-58). The coefficient of correlation between the point density and 5-year periodic basal area increment was proved significant at 5% level on the coefficient of correlation from 30 to 55 years of planting.

On the other hand, the author attempted to find the influence of distance from the neighboring trees on diameter increment. To calculate the influence of distance from the neighboring trees, the program shown by ABE (Bull. Hokkaido For. Exp. Sta. No. 10, 8-10) was employed.

Influence of distance from the closest tree to the third distance one on diameter increment was more effective than the influence of the farther distance trees (see Fig.8). In such case, average distance from the closest tree is about 5.4 meters in 60 years of planting. At the same time, relation between dominant tree and suppressed one occurs after 40 years of planting and its effect stronger as forest age increases (see Fig.6, TYPE 10).

The author examined another relation between influence of direction of spacing and diameter increment. To calculate the zone count, the program is shown in appendix.

In the results of examination, the estimates were not significant at 5% level on the coefficient of correlation between zone count and the diameter increment of subject tree except one direction in 60 years of planting (see Table , 4 TYPE 19-22).

Appendix Program

ある対象木を指定して、maximal zone 内のC1~C5の各点のhaあたり断面積合計および平均値を求め、対象木の直径生長量との相関を求めるプログラムである。

This program is used to compute the basal area density at the points which zone count are made.

At the same time, it is used to estimate the relation between the diameter growth of the subject tree and the value of the zone count.

```

C      AAA10
C      OPIE METHOD
0001  DIMENSION NO(200),X(200),Y(200),D(200),D3(200),RR(200),N1(200),
      YN2(200),N3(200),N4(200),N5(200),N6(200),XX(200),YY(200),X8(200),
      Y8(200),D4(200),YN1(200),YN2(200),YN3(200),YN4(200),YN5(200),
      YN6(200)
0002  89 READ(2,11) BAF
0003  11 FORMAT(F10.0)
0004  READ(2,12) XA,XB,YA,YB
0005  12 FORMAT(4F10.2)
0006  READ(2,13) N
0007  13 FORMAT(I5)
0008  READ(2,14) (NO(I),XX(I),YY(I),D(I),I=1,N)
0009  14 FORMAT(I5,3F10.2)
0010  J3=0
0011  N9=0
0012  N6=0
0013  DO 15 I2=1,N
0014  IF(XX(I2).LT.XB) GO TO 15
0015  IF(YY(I2).GT.YA) GO TO 15
0016  IF(YY(I2).LT.YB) GO TO 15
0017  IF(XX(I2).GT.XA) GO TO 15
0018  N6=N6+1
0019  XX(N6)=XX(I2)
0020  D(N6)=D(I2)
0021  YY(N6)=YY(I2)
0022  NO(N6)=NO(I2)
0023  15 CONTINUE
0024  XK=SQRT(10000./BAF)*0.005
0025  DO 16 I=1,N6
0026  16 D3(I)=D(I)*XK
0027  DO 17 I=1,N6
0028  D2=D(I)*XK*0.66667
0029  X1=XX(I)
0030  Y1=YY(I)
0031  X2=XX(I)-D2
0032  Y2=YY(I)-D2
0033  X3=XX(I)+D2
0034  Y3=YY(I)+D2
0035  CALL XYSK1 (N6,N9,D3,XX,YY,X1,Y1)
0036  N1(I)=N9
0037  X1=X2
0038  Y1=Y1
0039  CALL XYSK1 (N6,N9,D3,XX,YY,X1,Y1)
0040  N2(I)=N9
0041  X1=X1
0042  Y1=Y3
0043  CALL XYSK1 (N6,N9,D3,XX,YY,X1,Y1)
0044  N3(I)=N9

```

```

0045      X1=X3
0046      Y1=Y1
0047      CALL XYSK1(N6,N9,D3,XX,YY,X1,Y1)
0048      N4(I)=N9
0049      X1=X1
0050      Y1=Y2
0051      CALL XYSK1(N6,N9,D3,XX,YY,X1,Y1)
0052      N5(I)=N9
0053      N66(I)=(N1(I)+N2(I)+N3(I)+N4(I)+N5(I)+5)
0054      RR(I)=0.2*BAF*FLOAT(N66(I))
0055      WRITE(3,19)
0056      19 FORMAT(1H0,4X,2HNO,5X,3HDBH,5X,4HOPIE,1X,7HDENSITY,3X,5HCOUNT,1X,
Y6HNUM,C1,8X,2HC2,8X,2HC3,8X,2HC4,8X,2HC5,2X,5HTOTAL,1X,4HNUM.)
0057      WRITE(3,20) NO(I),D(I),RR(I),N1(I),N2(I),N3(I),N4(I),N5(I),N66(I)
0058      20 FORMAT(1H0,I6,F8.2,7X,F10.2,5X,6I10)
0059      17 CONTINUE
0060      DO 333 J=1,N6
0061      N1(I)=(N1(I)+1)*IFIX(BAF)
0062      N2(I)=(N2(I)+1)*IFIX(BAF)
0063      N3(I)=(N3(I)+1)*IFIX(BAF)
0064      N4(I)=(N4(I)+1)*IFIX(BAF)
0065      333 N5(I)=(N5(I)+1)*IFIX(BAF)
0066      DO 600 J=1,N6
0067      YN1(J)=FLOAT(N1(J))
0068      YN2(J)=FLOAT(N2(J))
0069      YN3(J)=FLOAT(N3(J))
0070      YN4(J)=FLOAT(N4(J))
0071      YN5(J)=FLOAT(N5(J))
0072      600 YN6(J)=FLOAT(N66(J))
0073      CALL XYSK2(N6,J3,RR,D)
0074      CALL XYSK2(N6,J3,YN1,D)
0075      CALL XYSK2(N6,J3,YN2,D)
0076      CALL XYSK2(N6,J3,YN3,D)
0077      CALL XYSK2(N6,J3,YN4,D)
0078      CALL XYSK2(N6,J3,YN5,D)
0079      CALL XYSK2(N6,J3,YN6,D)
0080      READ(2,41) NN5
0081      41 FORMAT(15)
0082      IF(NN5.EQ.9999) GO TO 58
0083      GO TO 89
0084      58 STOP
0085      END

```

```

0001      SUBROUTINE XYSK1(N,NX,D3,X,Y,X1,Y1)
0002      DIMENSION D3(200),X(200),Y(200)
0003      NX=0
0004      DO 166 J=1,N
0005      IF(D3(J)-ABS(X(J)-X1)) 166,180,180
0006      180 IF(D3(J)-ABS(Y(J)-Y1)) 166,190,190
0007      190 IF(D3(J)**2-(X(J)-X1)**2-(Y(J)-Y1)**2) 166,200,200
0008      200 NX=NX+1
0009      166 CONTINUE
0010      RETURN
0011      END

```

```

0001      SUBROUTINE XYSK2 (N6,J3,X8,Y8)
0002      DIMENSION X8(200),Y8(200)
0003      J3=J3+1
0004      SUMX=0.
0005      SUMY=0.
0006      SQRX=0.
0007      SQRY=0.
0008      PROXY=0.
0009      DO 55 I=1,N6
0010      SUMX=SUMX+X8(I)
0011      SUMY=SUMY+Y8(I)
0012      SQRX=SQRX+X8(I)**2
0013      SQRY=SQRY+Y8(I)**2
0014      55 PROXY=PROXY+X8(I)*Y8(I)
0015      SXX=SQRX-SUMX*SUMX/FLOAT(N6)
0016      SYY=SQRY-SUMY*SUMY/FLOAT(N6)
0017      SXY=PROXY-SUMX*SUMY/FLOAT(N6)
0018      B=SXY/SXX
0019      A=SUMY/FLOAT(N6)-B*SUMX/FLOAT(N6)
0020      R=SXY/SQRT(SXX*SYY)
0021      WRITE(3,56)
0022      56 FORMAT(1H0,4HTYPE,10X,5HSOKAN,15X,1HA,15X,1HB)
0023      WRITE(3,57) J3,R,A,B
0024      57 FORMAT(1H ,I5,3F15.5)
0025      RETURN
0026      END

```