

トドマツ高齡人工林の収穫・更新試験 ()

孔状地の大きさと植栽木の成長

木幡靖夫*・浅井達弘*・由田茂一*・対馬俊之*

Experiment of yield and regeneration in planted forest of
Abies sahalinensis MASA.()

Effect of gap sizes on the growth of planted trees

Yasuo KOHATA*, Tatuhiro ASAI*, Shigeichi YOSHIDA* and Toshiyuki TSUSHIMA*

要 旨

径級伐採後の林分で発生した孔状地の面積を調べたところ、胸高直径 32 cm 以上の立木を伐採した区では平均 248 m²、同 36cm 以上の伐採区では 148 m²、同 40cm 以上の伐採区では 81 m²となり、孔状地の面積が伐採の強さと比例的に大きくなる状況が確認された。この中の 34 箇所の孔状地を対象に照度を測定し、孔状地の面積と平均相対照度との間に密接な相関関係を認めた。得られた回帰式より、面積 200 m²の孔状地では平均相対照度が約 47%、400 m²では約 60%と推定された。また、相対照度測定値の頻度分布は孔状地の面積が増大するに伴って L 字型から J 字型の分布となった。L 字型の分布型は面積 110 m²以下の孔状地に多く、J 字型は 230 m²以上の大きさの孔状地でみられた。しかし、同程度の面積であっても分布型は異なる場合があり、特に面積 110 m²以下の孔状地ではかなりの違いがみられた。このようなことから、孔状地内の明るさが単に面積だけではなく、その形状や周囲木の大きさ、林分密度等の影響も受けていることが推察された。孔状地内に植栽されたトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの '85 ~ '89 年(4 ~ 8 年生)の樹高成長状況を解析した結果、トドマツおよびアカエゾマツの '89 年樹高と孔状地の面積との間に極めて密接な相関関係が認められ、孔状地面積の対数函数的に樹高が大きくなっていった。この状況は、特にトドマツにおいて顕著にみられた。一方、エゾマツではこのような関係が認められなかった。トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツとも相対照度 70 ~ 80% の孔状地では良好な樹高成長を示したが、相対照度 30% 未満の孔状地では樹高成長が明らかに劣っていた。孔状地内の相対照度が 30% 以上であれば、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツを植栽しても樹高成長が大きく低下する恐れはないと考えられた。

はじめに

筆者らは、トドマツ高齡人工林の収穫・更新方法の確立を目的として設定された試験地において、径級伐採後 8 年間の残存木の成長を調べてきた(木幡 1986, 1990)。材積で 80% を超すような強度の伐採を行ったにもかかわらず、試験地内の残存木は着実に成長を続け、まもなく 2 回目の収穫時期を迎えようとしている。そこでは、フェラーバンチャ等の高性能機械を使った伐出作業の適用を検討しており、

*北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido 079 - 01

機械作業の立場からみな収穫面(孔状地)の大きさについて解明していかなばならない。そのためには、まず伐採によって発生する孔状地の大きさや植え込まれた木の成長実態を把握しておく必要がある。これまでにも、植え込みを前提とする択伐作業林や小面積の皆伐作業林では、更新面の大きさや孔状地内の明るさと植栽木の成長等に関する研究がなされてきている(阿部 1977, 藤本 1986, 内田ら 1971)。しかし、林分の立地条件、孔状地の形状、周囲木の大きさ、林分密度等が場所によって異なるため、孔状地の大きさと植栽木の成長状況との関係を一般化するまでには至っていない。

以上の観点から、本研究では径級伐採によって発生した孔状地の大きさ、孔状地内の明るさ、植栽木の成長状況について実態分析し、他の林分でなされた研究事例との比較考察を試みた。

試験地での植栽状況と調査方法

試験地は、第1報と同じ道有林滝川経営区40林班55小班、1934年植栽のトドマツ人工林である。本試験地はトドマツ高齢人工林の収穫・更新を目的として1981年に当場の経営科によって設定され、同年春に胸高直径32cm(I区),36cm(区),40cm(区)以上の径級伐採を実施した(木幡 1990)。植栽は伐採翌年の1982年9月に行い、I区、区、区の孔状地部分に、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの3樹種を苗・列間1.5m,ha当たり4,400本の設計で植栽した。さらに、I区の一部に苗・列間1.8m,ha当たり3,000本の設計でカラマツおよびグイマツF₁を、また区の一部に苗・列間1.0m,ha当たり10,000本の設計でトドマツ未成苗(3年生)を植栽した(北海道林務部 1989)。この中から、本研究では孔状地に植栽したトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの3樹種を対象に分析した。

孔状地の大きさは、径級伐採直後の1982年に作成した樹冠投影図(木幡 1990)上で、デジタイザを用いて測定した。なお、ここでは樹冠によって完全に囲まれた区域、ならびに若干のときれはあるが一つの閉鎖区域とみなすことのできる場所を孔状地とした。デジタイザによる測定は3回行い、その平均値を求めて孔状地の面積とした。

次に、測定した孔状地の中から、トドマツ植栽地11箇所、エゾマツ植栽地9箇所、アカエゾマツ植栽地14箇所の合計34箇所を選出し、当該孔状地において照度および植栽木の成長調査を行った。選出に当たっては、孔状地が特定の大きさに偏らないよう配慮した。

照度は、デジタル式照度計(TOPCON IM-2D)を用い、1990年7月10日と17日に測定した。測定日の天候は両日とも晴天で、携帯無線機で連絡を取りながら林内の孔状地と林外の広い土場跡(対照)で同時に照度を測定した。林内照度の測定点数は孔状地の大きさに応じて小さな孔では10~20点、大きな孔では40~50点の範囲とした。測定高は植栽木の梢端部付近とし、樹高が高い場合は脚立に登って測定した。測定結果より、林外の照度に対する孔状地の平均相対照度(%)を算出した。

植栽木の成長調査は1990年の春と秋に実施し、1989年以前の5年間(4年生~8年生)の樹高をcm単位で測定し、これに基づいて過去4年間の樹高成長量と成長率を算出した。調査対象は、照度測定を行った孔状地に植栽されたトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの3樹種である。調査木の本数は、照度測定の場合と同様に孔状地の大きさに応じて定め、小さな孔では全植栽木、大きな孔では1箇所当たり50本程度を基準とした。なお、雪や霜による被害を受けた成長の著しく不良な個体は解析から除外した。

結果と考察

1 孔状地の発生状況

樹冠投影図から測定された孔状地の数はI区26個、区35個、区44個、区(無伐採の対照区)30個であった。各区における孔状地の面積規模別の箇所数割合、ならびに面積規模別の占有面積割合を

図 - 1 に示した。I 区では、面積 500 m²を超える比較的大きな孔状地が 4 個存在した。これらは数でこそ少ないが、面積での占有割合は約 60%に達した。これに対し、面積 50 ~ 100 m²の小さな孔状地は箇所数割合で最大の 31%を示したが、占有面積割合では 10%程度にすぎなかった。区では、500 m²を超えるものの箇所数割合は 6%、占有面積割合は 23%で、大きな孔状地の占める割合は I 区ほど高くなかった。一方、100 m²未満の大きさの孔状地は 20 個出現し、箇所数割合で 57%、占有面積割合で 21%と I 区に比べて増大している。区では、500 m²以上の大きな孔状地がみられず、200 m²未満のものが箇所数割合で 98%、占有面積割合で 93%を占めていた。箇所数割合では 50 m²未満のものが、占有面積割合では 100 ~ 150 m²のものが最も多く、I 区、区と比べ孔状地が小面積化していることがわかった。対照区の区では、試験地設定前に実施された除間伐等によって発生した孔状地がみられたが、それらの大きさはほとんどが 50 m²未満であった。各区で発生した孔状地の面積の平均値および最大値を比較すると、I 区 248 m², 1,364 m²、区 148 m², 600 m²、区 81 m², 252 m²となり、孔状地の面積が伐採強度と比例的に大きくなる状況が確認された。

2 孔状地の大きさと相対照度

調査地として選出した孔状地の面積は、トドマツが植栽された孔状地で 19 ~ 582 m², エゾマツで 31 ~ 776 m², アカエゾマツで 54 ~ 1,364 m²である。個々の孔状地の面積は、相対照度の調査結果とともに表 - 1 ~ 表 - 3 に示した。

トドマツが植栽された孔状地における相対照度の測定結果(表 - 1)をみると、面積 170 m²までは、AS2 を除けば、相対照度の平均値は 40%以下にとどまっている。とりわけ、面積 19 m²程度の極めて小さな孔状地(AS1)では最大測定値でも 14%であった。AS2 において相対照度の平均値が高い理由は、周囲に大きな木が少なく、さらに他の孔状地とも近接していたためではないかと推察される。面積 230 m²を超える大きな孔状地(AS9 ~ AS11)になると平均値が 70 ~ 80%台に跳ね上がり、最大値では 100%に達する場合も出現するようになった。ところで、

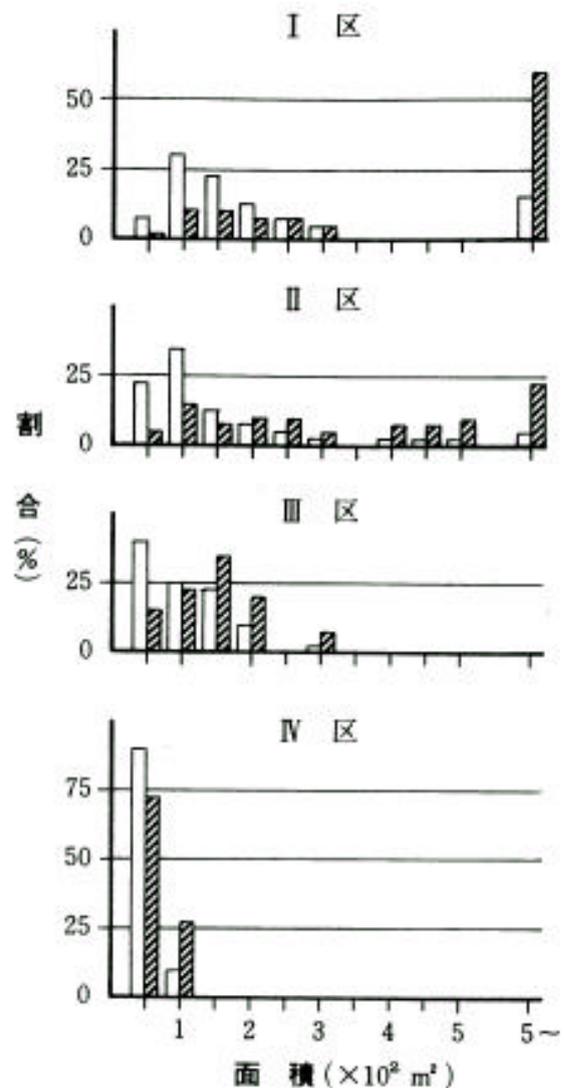


図 - 1 孔状地の面積別の箇所数割合および占有面積割合(斜線)

表 - 1 トドマツが植栽された孔状地における対照照度の測定結果

調査地	面積 (m ²)	測定点	相対照度			
			平均 (%)	最大 (%)	最小 (%)	標準偏差 (%)
AS 1	19.0	10	11.8	14.0	7.3	2.1
AS 2	30.9	20	57.5	100.0	4.7	41.0
AS 3	33.7	20	24.3	82.6	3.7	29.4
AS 4	60.6	20	21.9	48.9	10.0	11.8
AS 5	95.0	20	28.6	33.8	22.9	3.6
AS 6	101.3	20	40.9	82.6	6.0	30.3
AS 7	134.2	20	35.8	43.0	25.2	4.8
AS 8	174.8	30	34.9	57.2	20.0	9.1
AS 9	227.4	40	83.0	100.0	11.2	23.3
AS 10	360.4	30	68.1	100.0	10.3	41.0
AS 11	581.7	50	82.7	100.0	11.0	34.1

面積 230 m²以上の孔状地では相対照度の標準偏差が大きい。調査地内に陽斑点が現れると相対照度の分散が大きくなることから（川那辺ら 1975）、この影響を受けたものと考えられる。ただし、同様の現象は、170 m²未満の比較的小さな孔状地でもみられている。

次に、エゾマツ植栽地での測定結果（表 - 2）をみると、面積 240 m²までの孔状地（PJ1～PJ8）での相対照度の平均値は 50%以下であるが、780 m²（PJ9）の大きさになると 82%と高くなった。また、ほとんどの孔状地で 100%に達する場合が出現し、標準偏差も大きなものとなった。このような中で、PJ2 と PJ7 での相対照度は最大値でも 30%程度であり、標準偏差は 4～5%と小さかった。この理由は、これら 2つの孔状地が最も弱度の伐採を行った区内に位置し、しかもこれらの周囲を平均樹高約 20mの大きな残存木が囲んでいたためであろう。

表 - 3 はアカエゾマツ植栽地についての測定結果である。この樹種については 1,000 m²を超える 2箇所の孔状地（PG13, PG14）でも測定したが、トドマツ、エゾマツとほぼ同様の傾向が認められた。すなわち、面積 230 m²以下の孔状地（PG1～PG11）では相対照度の平均値は 56%以下であり、430 m²を超える大きさの孔状地（PG12～PG14）では 73～78%の高い相対照度となっている状況が認められた。

表 - 1 から表 - 3 に示した孔状地の面積と平均相対照度との関係をまとめてプロットしたのが図 - 2 である。この図から明らかなように、孔状地の面積と平均相対照度との間には極めて密接な相関関係が認められ、次式で表される回帰式が得られた。

$$RLI = 18.2545 \log A - 49.4681 \quad (r = 0.7979^{***})$$

ただし、RLI：相対照度（%）

A：孔状地の面積（m²）

本式を用いて、孔状地の面積が 200 m²の場合の平均相対照度を推定すると約 47%となり、面積 400 m²では約 60%、また 70%以上の相対照度を得るためには 700 m²以上の面積を必要とすることが示された。

34 箇所の孔状地における相対照度の頻度分布を図 - 3 に示した。この図は孔状地の面積順に左上から右下へ並べてあり、面積が大きくなるに伴って分布型が L 字形から J 字型へと移行していく様子が認められる。さらに詳しく調べると、面積約 110 m²以下の孔状地では相対照度 20%未満の領域にモードをも

表 - 2 エゾマツが植栽された孔状地における相対照度の測定結果

調査地	面積 (m ²)	測定点	相対照度			
			平均 (%)	最大 (%)	最小 (%)	標準偏差 (%)
PJ 1	30.6	20	13.6	100.0	1.8	23.4
PJ 2	35.9	20	19.5	25.3	11.9	3.8
PJ 3	61.4	20	14.7	92.9	2.5	21.1
PJ 4	100.4	20	20.4	100.0	4.5	32.9
PJ 5	102.4	20	21.3	99.3	3.5	31.4
PJ 6	111.0	20	11.7	100.0	3.7	23.8
PJ 7	114.9	20	25.0	30.2	16.5	4.8
PJ 8	243.3	30	49.1	100.0	5.5	44.0
PJ 9	775.8	40	81.6	100.0	9.5	30.1

表 - 3 アカエゾマツが植栽された孔状地における相対照度の測定結果

調査地	面積 (m ²)	測定点	相対照度			
			平均 (%)	最大 (%)	最小 (%)	標準偏差 (%)
PG 1	53.9	20	22.3	77.4	3.8	23.1
PG 2	62.6	20	11.4	18.9	8.5	2.8
PG 3	71.2	20	11.7	16.4	4.0	2.8
PG 4	72.6	20	38.6	87.7	20.7	18.8
PG 5	96.0	20	29.8	40.4	11.5	7.8
PG 6	96.6	20	41.3	55.8	28.2	8.9
PG 7	102.6	20	22.4	36.8	4.0	8.2
PG 8	144.6	20	26.7	41.3	2.8	11.9
PG 9	163.1	20	50.4	62.6	13.8	13.1
PG 10	185.1	20	37.7	51.9	6.0	13.3
PG 11	226.2	30	56.3	100.0	19.4	26.2
PG 12	426.4	40	73.2	89.1	43.4	11.8
PG 13	1178.2	50	72.8	100.0	4.0	41.7
PG 14	1364.2	50	77.6	100.0	11.1	34.4

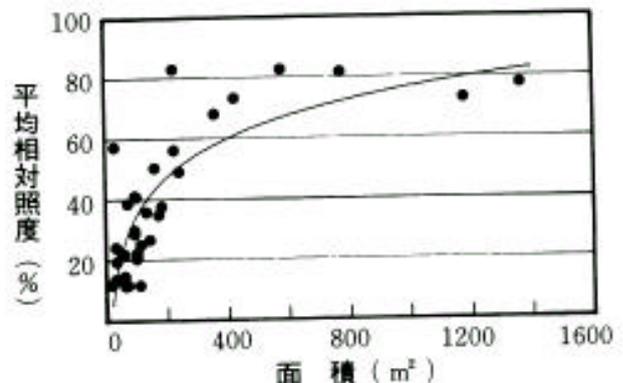


図 - 2 孔状地の面積と平均相対照度

つL字型の分布型が大部分を占めた。この分布型は晴天時に閉鎖した林内でみられることから（玉井ら 1972, 木幡 1984）, これらの孔状地は閉鎖した林内と類似の状況にあると考えられる。しかし, 中には相対照度 20~30%にモードをもつ左に偏った一山型の分布（PG5, PG7）や, 70%を超える高い値を示す場所（AS2, AS6 など）もみられた。これらは晴天時に発生しやすい陽斑点の影響（坂上 1974）と考えられる。陽斑点はその場所の相対照度の平均値を引き上げる（玉井ら 1972）ので取り扱いに注意を要するが, 孔状地では出現するのが通常であるので, 本研究ではそれらの値も含めて解析した。また, ほぼ同じ大きさの孔状地でありながら（例えば AS2 と PJ1, AS4 と PJ3）分布型に違いがあるのは, 藤本（1986）が指摘するように孔状地の形状, 周囲木の大きさ等が異なるためであろう。面積が 110 m²を超え

る大きさになると, 分布のモードが相対照度の高い方へと移行し, 190 m²程度までは一山型に近い分布型を示す。さらに, 面積 230 m²以上ではJ字型の分布型となった。

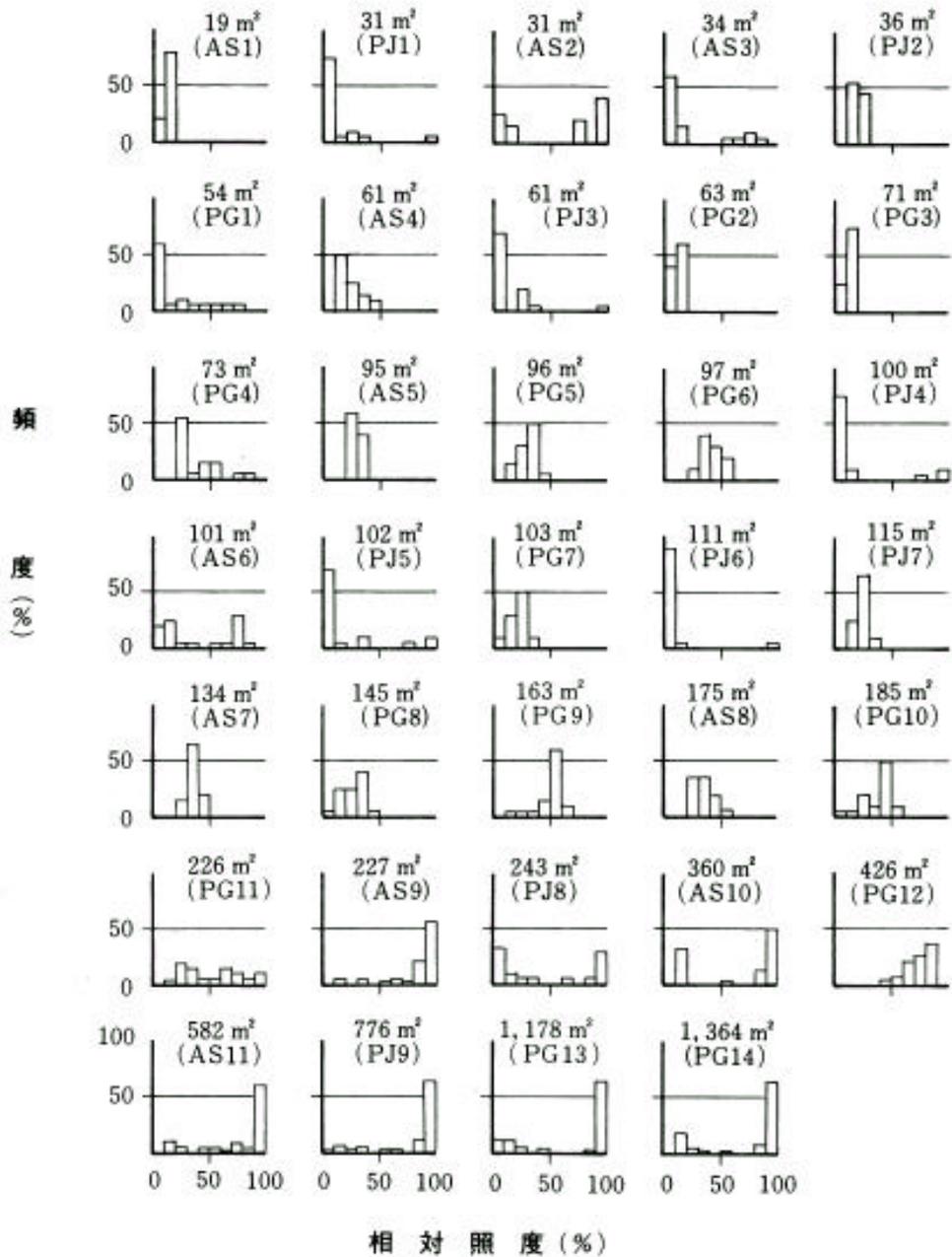


図 - 3 相対照度の頻度分布

注) 数字は孔状地の面積 ()内は調査地番号

3 植栽木の樹高成長状況

(1) トドマツ

トドマツの樹高の成長経過を図 - 4 に示した。'85年時点で孔状地間の樹高に大差は認められていないが、'86年以降の成長経過には明瞭な差が現れており、'89年にはその差がますます広がるとともに、樹高の比較的大きなグループ(AS9, AS11の2箇所)、小さいグループ(AS1, AS3の2箇所)、およびそれらの中間的なグループ(AS2, AS4~AS8, AS10の7箇所)に大別される。これらのグループの平均相対照度は、多少のオーバーラップがあるものの、樹高の大きなグループで83%、中間的なグループで22~68%、小さい樹高のグループで12~24%となった。

表 - 4 の成長状況を見ると、'85年時点で最も樹高が大きかった場所はAS9で101.3cm、逆に最も小さかったのはAS3で78.8cm、その差は22.5cmであった。4成長期後の'89年になると、樹高最大の場所は前回同様AS9で291.9cm、樹高最小の場所はAS1に代わり14.6cmで、両者の差は145.1cmと2倍近くに広がった。図 - 5 は、AS1とAS9の全植栽木について'85年樹高と'89年樹高との関係を示したものであり、AS9がAS1を大きく上回っていることがわかる。平均樹高が最大であったAS9における平均'88年43.8cm、'89年61.7cmで順調な伸びを示し、4成長期間の成長率は24.3%となった。これに対し、平均樹高が最小であったAS1での成長状況は、'86年15.9cm、'87年19.5cm、'88年14.2cm、'89年16.9cmであり、期間内の平均成長率も14.4%と低いものとなった。樹高が最も高かったAS9は平均相対照度も最大の場所であった。そこで、平均相対照度と'89年樹高および成長率との関係を調べたところ、いずれについても高い相関関係が得られた。同様の傾向は、年成長率との関係においてももうかがわれた(図 - 6)。これらのことから、孔状地に植栽されたトドマツの樹高成長は明るさに強く影響されているといえよう。

なお、AS3, AS6, AS8, AS10において成長率の低下が認められ、これらの孔状地は伐採区周囲の

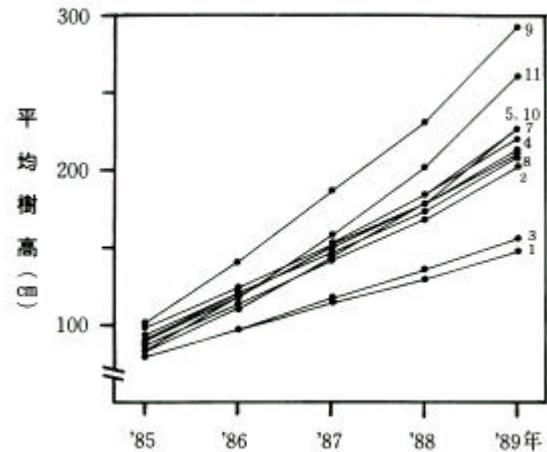


図 - 4 トドマツ植栽木平均樹高の推移
数字は調査地番号(表 - 4 参照)

表 - 4 トドマツ植栽木の樹高成長状況

調査地	調査本数	平均樹高					4成長期	
		'85年 (cm)	'86年 (cm)	'87年 (cm)	'88年 (cm)	'89年 (cm)	成長量 (cm)	成長率 (%)
AS 1	16	80.3	96.2	115.7	129.9	146.8	66.5	14.4
AS 2	57	86.9	113.3	141.7	168.1	203.2	116.3	20.0
AS 3	20	78.8	98.3	116.8	134.8	156.2	77.4	16.1
AS 4	27	89.4	117.9	149.6	177.4	213.1	123.7	20.3
AS 5	40	91.3	119.5	152.1	184.4	226.8	135.5	21.1
AS 6	26	99.3	124.3	150.9	177.2	211.4	112.1	17.9
AS 7	40	90.7	119.1	153.8	184.0	221.7	131.0	20.7
AS 8	41	93.3	120.0	147.3	173.3	208.6	115.3	19.0
AS 9	35	101.3	140.5	186.4	230.1	291.9	190.6	24.3
AS 10	41	83.2	111.2	144.0	178.2	225.5	142.3	22.8
AS 11	51	84.1	117.9	158.0	201.0	260.5	176.4	25.6

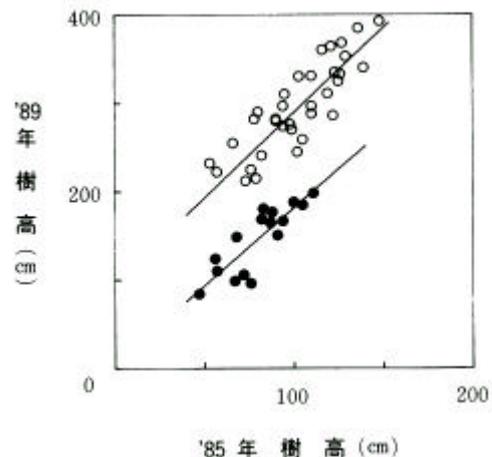


図 - 5 トドマツ植栽木の'85年樹高との関係

注) 黒丸AS1 '89H = 5.9669 + 1.7551 '85H (r = 0.8484***)

白丸AS9 '89H = 96.6301 + 1.9267 '85H (r = 0.8403***)

保護帯に比較的近いことが影響しているようである。また、'88年の成長率がいずれの孔状地においても低下しており、この理由としては気象等による影響が考えられた。そこで、本試験地に最も近い芦別市における1988年の5月下旬から7月下旬の気温や降水量の気象データを調べた（日本気象協会北海道本部 1988）。しかし、例年と比べて降水量がやや少ない程度であり、成長率に影響を及ぼすほどの著しい気象の変化は認められなかった。

(2) エゾマツ

エゾマツの樹高成長経過を表-5, 図-7に示した。トドマツ同様1985年時点での樹高に大差はみられないが、1989年には樹高の大きなグループ(PJ 8, PJ 9の2箇所)と、小さいグループ(PJ 2とPJ 7の2箇所), それらの中間的なグループ(PJ1, PJ3~PJ6の5箇所)に分かれてきている。これらのグループの平均相対照度は、樹高の大きなグループで49~82%, 中間的なグループで12~21%, 小さい樹高のグループで20~25%となり、中間的な成長を示したグループの相対照度がやや低かった。

'85年から'89年の間に最も大きな樹高成長がみられたのはPJ 9であり、エゾマツの中では孔状地面積、平均相対照度とも最大の場所であった。PJ 9では平均樹高が73.9cmから193.4cmと2.6倍の大きさに成長した。この間の連年成長量は、'86年23.8cm, '87年28.3cm, '88年28.9cm, '89年38.5cmで、4成長期間の平均成長率は22.2%であった。この値はトドマツで最大の平均樹高を示したAS 9と比べて大差ない。一方、最小の平均樹高であったのは面積の比較的小さいPJ 2で、連年成長量は'86年12.0cm, '87年10.9cm, '88年11.3cm, '89年9.8cmで、この間に樹高は61.5cmから105.5cmと1.7倍にしか成長しなかった。しかし、4成長期間の平均成長率は20.4%で、小さい樹高にかかわらず成長率は低くなかった。'89年時点におけるPJ 9とPJ 2の樹高差は87.9cmであり、トドマツの場合ほど大きな差とはならなかった(図-8)。

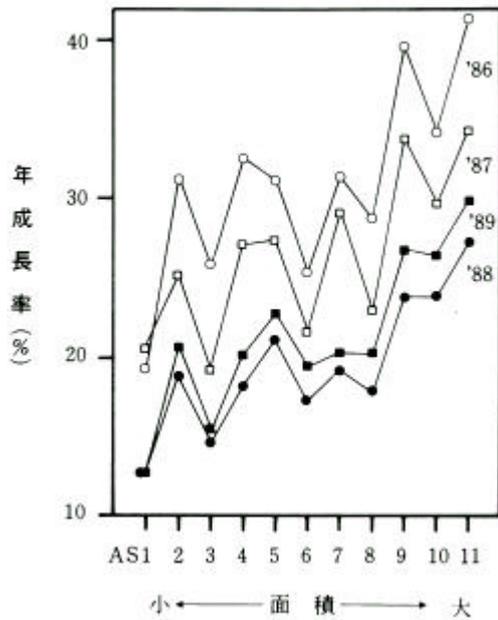


図-6 トドマツ植栽木平均樹高の年成長率

表-5 エゾマツ植栽木の樹高成長状況

調査地	調査本数 (本)	平均樹高					4成長期	
		'85年 (cm)	'86年 (cm)	'87年 (cm)	'88年 (cm)	'89年 (cm)	成長量 (cm)	成長率 (%)
PJ 1	26	69.9	89.5	113.1	137.9	167.4	97.5	20.4
PJ 2	10	61.5	73.5	84.4	95.7	105.5	44.0	12.6
PJ 3	42	72.6	94.4	119.3	142.6	170.3	97.7	20.1
PJ 4	38	66.6	87.2	109.8	132.7	161.5	94.9	20.8
PJ 5	44	71.4	92.1	115.4	138.8	166.1	94.7	19.7
PJ 6	50	68.6	88.5	110.4	131.0	159.4	90.8	19.6
PJ 7	28	61.8	76.9	91.0	103.8	117.8	56.0	15.5
PJ 8	36	72.1	96.2	123.1	148.7	184.9	112.8	21.9
PJ 9	51	73.9	97.7	125.9	154.9	193.4	119.5	22.2

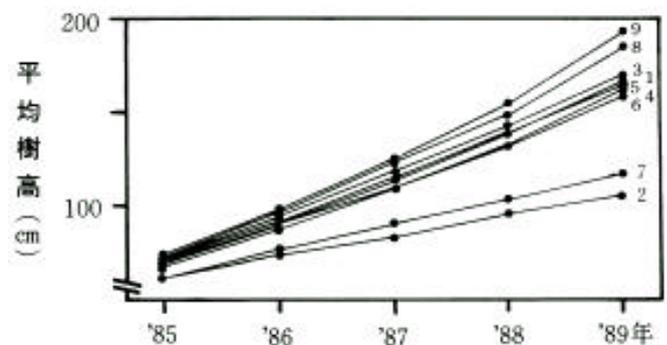


図-7 エゾマツ植栽木平均樹高の推移
数字は調査地番号(表-5参照)

図 - 9 は樹高の年成長率の経年変化を孔状地の面積別に示したものである。両者の間にはトドマツの場合ほど顕著な比例関係はみられていない。エゾマツの植栽された孔状地の面積範囲はトドマツよりも大きいことを考慮すると、エゾマツは孔状地内の明るさにトドマツほど影響されないのではないかと考えられた。なお、PJ 2, PJ7 で成長率が明らかに低いのは、両者とも 区内 (40cm 以上伐採区) に位置し、比較的大きな木が残存していたためであろう。これとは反対に、PJ 1 は孔状地の面積が小さいにもかかわらず大きな成長率を示している。これは PJ 1 が 区内 (36cm 以上伐採区) に位置し、周囲に大きな木が比較的少なかったためと考える。PJ1, PJ2, PJ7 の周囲木の本数と胸高断面積合計を比較すると、5 本, 0.36 m², 10 本, 0.66 m², 12 本, 1.15 m² となり、PJ1 の周囲に大きな木の少ない状況が確認された。孔状地の面積、相対照度と周囲木本数、平均樹高、胸高断面積合計との関係を、対象とした 34 箇所の孔状地について調べてみたが、今回は特に有意な傾向までは得られなかった。この点については今後さらに多くの事例を調査し、分析する予定である。

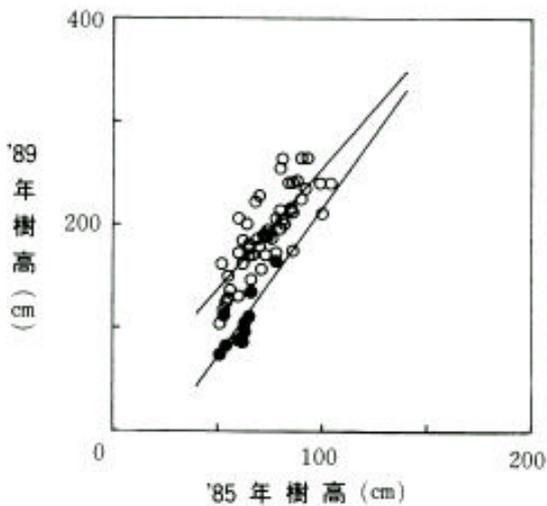


図 - 8 エゾマツ植栽木の '85 年と '89 年 樹高の関係

注) 黒丸は PJ2 '89H = 70.9564 + 2.8692 '85H (r = 0.8189***)

白丸は PJ9 '89H = 19.6624 + 2.3499 '85H (r = 0.7978***)

(3) アカエゾマツ

アカエゾマツの樹高成長経過を表 - 6, 図 - 10 に示した。アカエゾマツの樹高成長経過はエゾマツと

表 - 6 アカエゾマツ植栽木の樹高成長状況

調査地	調査本数 (本)	平均樹高					4 成長期	
		'85年 (cm)	'86年 (cm)	'87年 (cm)	'88年 (cm)	'89年 (cm)	成長量 (cm)	成長率 (%)
PG 1	38	76.2	91.0	106.3	119.5	135.1	58.9	13.6
PG 2	22	75.6	88.5	102.7	113.9	127.4	51.8	12.5
PG 3	23	69.7	84.1	100.1	113.1	131.0	61.3	14.9
PG 4	42	87.3	108.8	131.3	151.2	179.4	92.1	17.1
PG 5	34	80.8	97.1	116.8	132.3	153.2	72.4	15.3
PG 6	26	84.5	104.7	125.7	146.4	168.0	83.5	16.4
PG 7	26	86.3	105.5	126.3	143.0	163.1	76.8	15.2
PG 8	37	88.2	108.2	130.5	149.2	171.8	83.6	15.9
PG 9	64	84.6	104.1	129.9	154.7	182.1	97.5	18.2
PG 10	26	83.9	102.7	125.0	144.3	167.8	83.9	16.7
PG 11	50	84.4	101.1	122.4	140.0	166.4	82.0	16.3
PG 12	42	90.9	111.8	140.8	167.7	205.0	114.1	19.3
PG 13	39	86.2	110.1	139.4	168.0	205.9	119.7	20.4
PG 14	53	78.6	100.2	124.2	146.7	174.6	96.0	18.8

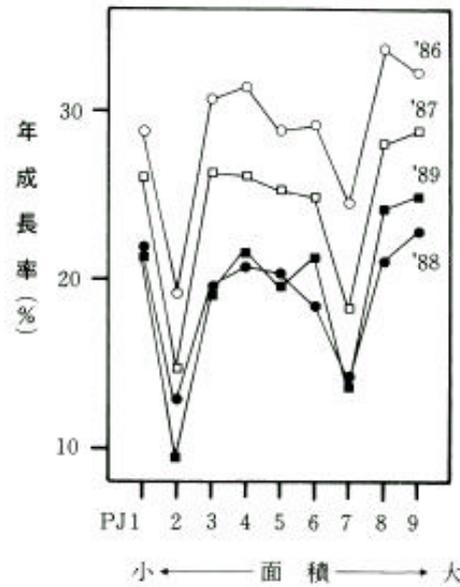


図 - 9 エゾマツ植栽木平均樹高の年成長率

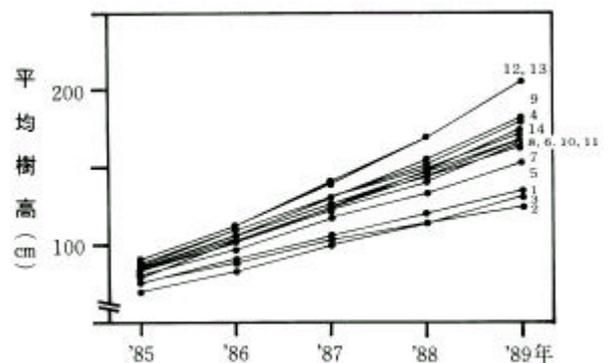


表 - 10 アカエゾマツ植栽木平均樹高の推移 数字は調査地番号 (表 - 6 参照)

類似しており、'89年時点でトドマツほど平均樹高のバラツキはみられない。'89年では樹高の大きなグループ(PG12,PG13の2箇所)、逆に小さいグループ(PG1~PG3の3箇所)、それらの中間的なグループ(PG4~PG11,PG14の9箇所)に大別される。平均相対照度でみると、樹高の大きなグループは73%、中間的なグループは22~56%(PG14は例外とした)、小さい樹高のグループは11~22%となった。

最大の平均樹高であったPG13は平均相対照度72.8%の場所であり、'85年樹高86.2cmと'89年樹高205.9cmとの差は119.7cmで、2.2倍の大きさに成長した。PG13における連年成長量は'86年23.9cm、'87年29.3cm、'88年28.6cm、'89年37.9cmで、4成長期間の平均成長率は20.4%であった。

これに対して、最小の平均樹高であったPG2では、'85年樹高75.6cmが'89年には127.4cmとなり、その差は51.8cmで1.7倍の大きさにとどまった。また、連年成長量は'86年13.0cm、'87年14.1cm、'88年11.2cm、'89年13.5cmで、期間内の平均成長率は17.5%と小さいものとなった。'89年時点におけるPG13とPG2の樹高差は78.5cmで、'85年の1.1倍から1.6倍と格差が広がった。

平均樹高の年成長率の推移をみると(図-11)、面積が大きくなると成長率も増大する傾向が認められたが、トドマツほど顕著ではなかった。'85年と'89年時点における最大の

平均樹高と最小の平均樹高との格差の変化を樹種ごとに比較してみると、トドマツは1.3倍が2.0倍、エゾマツは1.2倍が1.8倍、アカエゾマツは1.3倍が1.6倍となった。したがって、これら3樹種の中で孔状地の明るさの変化に大きく影響されなかった樹種はアカエゾマツといえよう。

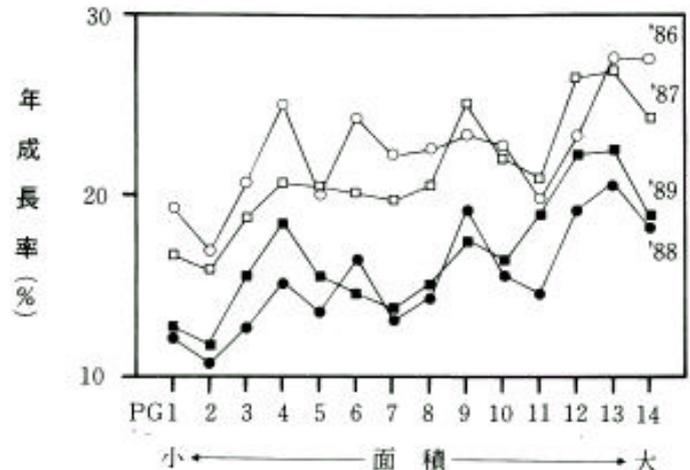


図-11 アカエゾマツ植栽木平均樹高の年成長率

4 孔状地の大きさ、相対照度と植栽木の樹高成長

図-12は孔状地の面積と'89年の平均樹高との関係を樹種別に示したものである。トドマツとアカエゾマツについては面積と平均樹高との間に密接な相関関係が得られ、面積が大きくなるにしたがい平均樹高が大きくなっていることがわかった。しかし、エゾマツでは今回の分析からは有意な関係が認められなかった。

望ましい孔状地の大きさについて、今田ら(1957)は霜害防止の観点から周囲木平均樹高を半径とする円面積を提示した。藤本(1987)はヒノキ林での群状択伐試験で周囲木平均樹高の平方に対する相対面積が1.0~2.0を一つの目安として示している。また、阿部(1980)は帯状伐採作業で帯の幅を決定する際に保残帯の平均樹高の1~2倍を目安としている。これらのことから、孔状地の大

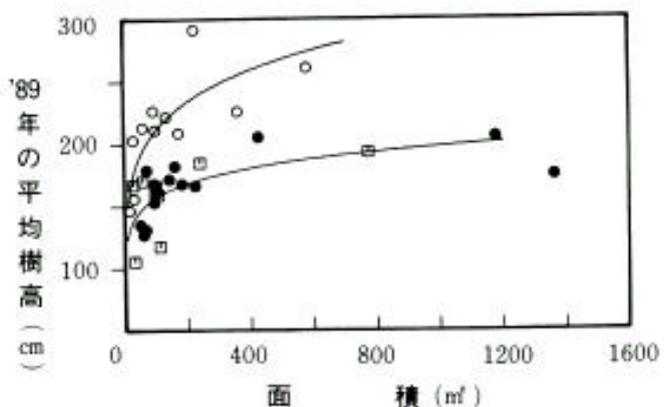


図-12 孔状地の面積と'89年の平均樹高との関係

注) 白丸はトドマツ '89H = 106.109A^{0.149} (r = 0.8095***)
 黒丸はアカエゾマツ '89H = 98.142A^{0.102} (r = 0.7060***)
 四角はエゾマツ 有意な相関関係なし

きさを決める指標の一つとして周囲木の平均樹高を用いるのが有効と考える。本研究を行った林分で、残存木平均樹高の平方より孔状地の面積を求めてみたところ 400~625 m²となり、これに見合う大きさの孔状地としてトドマツ植栽地 AS11, アカエゾマツ植栽地 PG12 の 2 箇所が該当した。これら 2 箇所の孔状地は、平均相対照度が 70~80% 台で、極めて良好な樹高成長がみられた場所である。

ところで人工庇陰下における苗木の成長については、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツとも地上部、地下部の成長量が相対照度 64% 区で対照区を上回ること (八木 1971), 産地間の変動はあるもののトドマツ、アカエゾマツとも相対照度 75% あたりの成長がよいこと、アカエゾマツはトドマツに比べて強度庇陰下での成長減退が少ないこと (畠山ら 1977), トドマツは相対照度 67% 区で苗高が最大となること (石倉 1983) 等の報告がなされている。一方、現実林分での調査結果として、押野ら (1982) は広葉樹天然林内に植栽されたトドマツの成長は相対照度が 40~55% 以上になっても目立った差が現れないとし、また和佐ら (1983) は、針葉樹を主体とした天然林内に植え込まれたトドマツの成長は相対照度 30% 以下で著しく悪いが、61~71% では良好なことを報告している。さらに、内田ら (1971) は孔状地の面積が 0.16 ha までの範囲ではトドマツ植栽木の樹高が面積に比例的に大きくなることを示し、畠山ら (1972) は孔状地内の気象要因と植栽木の成長について調査し、積算照度が 30~80% の範囲において裸地を上回る樹高成長が認められたことを報告している。これらの内容は、本研究で得られた結果、すなわちトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツとも相対照度 70~80% の孔状地で良好な樹高成長を示し、逆に相対照度 30% 未満の孔状地での樹高成長は小さかったこととほぼ一致するものである。

以上のことから、孔状地内の相対照度が 30% 以上であれば、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツを植栽しても樹高成長が大きく低下する恐れは少ないと考えられる。このときの孔状地の大きさは、周囲木の樹高や林分密度を目安に決められるべきであろう。本研究を行った林分では、面積 100 m² 程度の孔状地で 30% の相対照度が得られたが、これは径級伐採により林分密度が低下していたことによると考える。面積が小さく、照度の低い孔状地では、植栽木の樹高成長が抑制されていたが、このことは下層植生についても同じであろう。植栽木は、調査時まだ 8 年生の幼齢段階にあり、下刈り作業が終了して間もない。エゾマツやアカエゾマツの一部には、まだ大型草本との競争段階にあるものもあり、これからも続く下層植生との競合を緩和する手段の一つとして、小さな面積の孔状地のもつメリットも考慮されねばならないであろう。

文 献

- 阿部信行 1977 トドマツ高齢人工林内のうっ閉度と相対照度との関係．日林北支講 26:90-93
1980 トドマツ高齢人工林の带状更新．日林北支講 29:21-23
- 藤本幸司 1986 択伐作業林における稚樹の生長と環境 () 択伐後の林孔内光環境の変化．愛媛大演報 24:1-9
1987 群状択伐跡地内ビノキ更新樹の植栽後 4 年間の苗高生長．日林誌 69:157-160
- 畠山末吉・梶勝次・内田勉・沖野孝 1972 北見地方における天然林施業 (3) 孔状地内の気象要因と植栽木の生長．日林北支講 20:69-71
・大島紹郎 1977 人工庇陰下における生長の樹種と産地によるちがい．日林論 88:219-221
- 北海道林務部 1989 林業経営試験 道有林における実践例 第 報．北海道林業改良普及協会 348-356
- 今田敬一・佐々木準長 1957 トドマツ造林施業の改善に関する研究 (其の 3) 適当な孔状面積につい

て．日林講 67 : 206 - 209

石倉信介 1983 産地・家系別トドマツ苗木の遮光密度試験．日林北支講 31 : 99 - 102

川那辺三郎・玉井重信・堤利夫 1975 ヒノキ人工林の間伐前後の現存量と林内の光環境について
京大演報 47 : 26 - 33

木幡靖夫 1984 トドマツ人工林における上木の保残量と林内照度．日林北支講 32 : 49 - 51

1986 トドマツ高齢人工林の収穫・更新試験 径級伐採後4年間の保残木の生長 - ．日林北
支論 34 : 22 - 24

1990 トドマツ高齢人工林の収穫・更新試験(Ⅰ) - 径級伐採後8年間の残存木の成長 - ．
北林試研報 28 : 89 - 97

日本気象協会北海道本部 1988 北海道の気象 32(5) ~ (7)

押野吉秋・鶴岡明浩 1982 人工林における照度と成長について．昭56旭川業研集 : 69 - 76

坂上幸雄 1974 林内での相対照度測定．北方林業 26 : 17 - 20

玉井重信・四手井綱英 1972 林内の照度(Ⅰ)京大演報 43 : 53 - 62

内田勉・大橋一弘・沖野孝・畠山末吉 1971 北見地方における天然林施業(第1報) - 前生樹の
配置と植栽木の生長 - ．日林北支講 19 : 49 - 53

和佐英仁・工藤昌範・石田弘 1983 植栽木の成長と照度について．昭57道局業研集 : 10 - 15

八木喜徳郎 1971 エゾマツ・トドマツ苗木の生長に及ぼす光の影響．日林講 81 : 187 - 189