

植栽密度の違いがアカエゾマツ植栽木の初期成長に与える影響

北海道立総合研究機構 林業試験場

蓮井 聡・大野泰之・滝谷美香・渡辺一郎・
八坂通泰・石濱宜夫・中川昌彦
梅木 清

千葉大学大学院園芸学研究科

はじめに

現在、道内の主要造林樹種であるアカエゾマツ人工林は、平成 20 年度針葉樹別造林面積において 1,763ha でカラマツに次いで第 2 位の面積を占めており、年齢別の針葉樹面積割合では 15 年生前後の若齢の面積割合が約 40% と高い状況にある(2)。

今後、アカエゾマツ人工林資源の充実が予想される一方、更なる造林・育林コストの低下を図るため、標準的な植栽密度よりさらに低密度な植栽が求められるものと考えられる。しかし、アカエゾマツ人工林については、植栽密度の違いが林分成長や個体の成長、生存に及ぼす影響について、ほとんど知見がない。

そこで本研究では、これまで事例報告の無かったアカエゾマツ人工林の密度効果についての知見を集積するため、密度処理を行った林分の初期成長について調査した。

なお、既存の最多密度線を再確認するため、密度が高い処理区を設定することとした。

調査地と方法

調査地は、美唄市光珠内の道総研林業試験場実験林のアカエゾマツ植栽密度試験地である。このプロットは、標高 160~210m の南~南南西斜面に設定されている。

密度処理区の概要を表-1 に示す。1989 年 4 月にアカエゾマツを 1,000 本~16,000 本/ha までの 6 段階、2 反復で植栽を行った。その後、1993 年に樹高を、1997 年、2002 年に胸高直径、樹高を測定した。材積は中島(3)により、胸高直径の 1 係数から求めた。本報告では、1997 年(8 年生)、2002 年(13 年生)の胸高直径データを解析に用いた。また、調査林分の混み合いの程度を把握するため、既にアカエゾマツ人工林で報告されている最多密度線と収量比数 R_y (4)を用いた。

個体の直径成長量(8 年生時から 13 年生時までの 5 年間の成長量を年平均としたもの)に影響する要因を明らかにするため、一般化線形混合モデル(1)による解析を行った。目的変数は各個体の直径成長量である。期首(8 年生時)胸高直径(DBH)と植栽密度(質的変数)、DBH と植栽密度の交互作用を固定効果として用い、反復を変量効果として用いた。モデル選択は赤池情報基準量(AIC)を用い、AIC が最小となるモデルを選択した(1)。

個体の生存率(8 年生時から 13 年生時までの 5 年間の生存率)に影響する要因を明らかにするため、一般化線形混合モデル(1)による解析を行った。目的変数は各個体の生死を示す 2 値変数である。モデルに用いた固定効果と変量効果、およびモデル選択の方法は直径成長量の解析と同じである。

結果と考察

各密度区での密度と林分材積の関係を図-1 に示す。8 年生時、13 年生時も、植栽密度の高い林分ほど林分材

積が大きかった。8 年生時、および 13 年生時の収量比数(R_y)の範囲は、それぞれ 0.1~0.5、0.4~0.9 の範囲であり、植栽密度の高い林分ほど R_y が高かった。このことは、林齢とともに林分の混み合いの程度が増加し、とくに 13 年生時の 8,000 本区、16,000 本区では、 R_y が 0.8 前後に達し、最多密度に近づいていたことを示している。

表-1 密度処理の概要

処理区	面積 m^2		植栽本数		植栽間隔 m
	反復 1	反復 2	反復 1	反復 2	
1,000 本	999	999	100	100	3.16
2,000 本	1,129	1,129	225	225	2.24
3,000 本	1,340	754	400	225	1.83
5,000 本	447	447	225	225	1.41
8,000 本	282	282	225	225	1.12
16,000 本	250	210	400	336	0.79

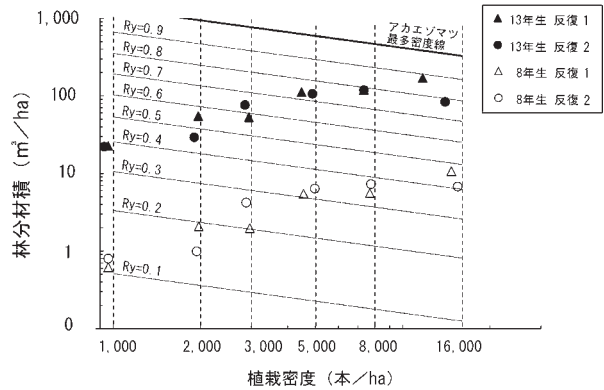


図-1 密度と林分材積との関係

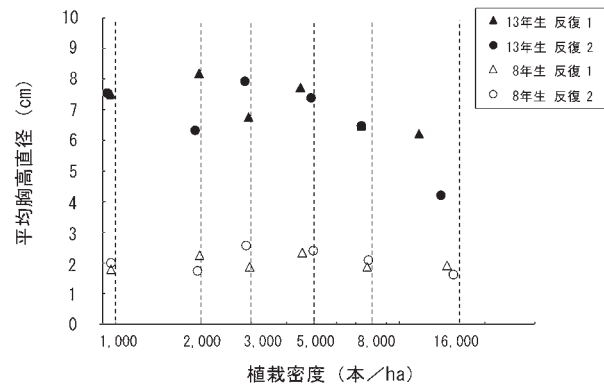


図-2 平均胸高直径の推移

各密度区における平均 DBH の推移を図-2 に示す。8 年生時の平均 DBH は、各密度区とも 2cm 前後であり、密度の影響は顕著に見られなかった。13 年生時の 8,000

Satoshi HASUI, Yasuyuki OHNO, Mika TAKIYA, Ichiro WATANABE, Michiyasu YASAKA, Nobuo ISHIHAMA, Masahiko NAKAGAWA (Hokkaido Research Organization Forestry Research Institute, Bibai 079-0198), Kiyoshi Umeki (Graduate School Of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Chiba 271-8510)
Effect of planting densities on initial growth and survival in young *Picea glehnii* stand.

本区, 16,000 本区の平均 DBH は, 1,000~5,000 本区に比べて小さかった。このことは, 8,000 本区, 16,000 本区の 5 年間 (8~13 年生) の平均直径成長量が, 1,000~5,000 本区に比べて小さかったことを示している。8,000 本区と 16,000 本区の 13 年生時の Ry は 0.8 前後であり, 他の密度区よりも高かった (図一 1)。そのため, 他の密度区に比べて, 個体間の競争効果が大きく, 直径成長が制限されたものと推察される。

一般化線形混合モデルによる解析の結果, 個体の直径成長に影響する要因として, 期首 DBH、DBH と植栽密度の交互作用が選択された (表なし)。期首 DBH は直径成長量に正の効果をもち, 植栽密度は成長量に負の効果を与えていた。モデルにより得られた係数を用いて, 期首 DBH と直径成長量との関係を植栽密度別に示した (図一 3)。直径成長量は期首 DBH の小さい個体ほど低下し, とくに高密度区 (8,000, 16,000 本区) の小径個体の成長量は小さかった。

植栽密度別の ha 当たりの本数内訳 (生存個体数, 枯死数) と生存率を表一 2 に示す。5 年間 (8~13 年生) の生存率は 1,000~5,000 本区で 95% 以上であり, 8,000 本区で約 95% であった。16,000 本区の生存率は, 反復 1 で約 80%, 反復 2 で約 90% であり, 反復間に差があるものの, 他の密度区に比べて低い生存率を示した。

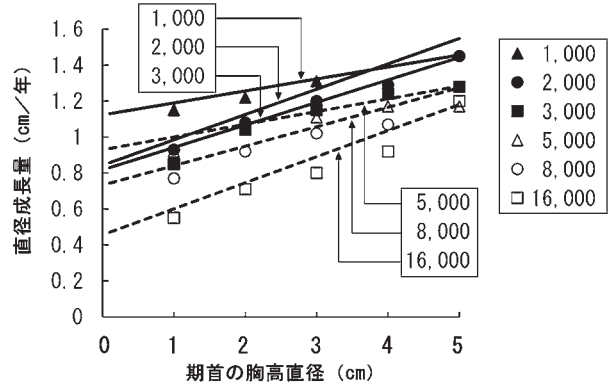
一般化線形混合モデルによる解析の結果, 個体の生存率に影響する要因として, 期首 DBH と植栽密度が選択された (表なし)。期首 DBH と植栽密度は, 生存率に対して, それぞれ正, 負の影響を与えていた。モデルにより得られた係数を用いて, 期首 DBH と生存率との関係を植栽密度別に示した (図一 4)。1,000~5,000 本区では, 期首 DBH に関係なく高い生存率を示していた。一方, 8,000 本区と 16,000 本区では, 期首 DBH の低下とともに生存率が低下し, 生存率の低下の程度は 16,000 本区で大きかった。

個体レベルの解析では, 期首 DBH と植栽密度がともに, 直径成長量と生存率に影響しており, 植栽密度が高い林分の小径個体ほど直径成長量が小さく, 生存率が低かった (図一 3, 4)。この理由として, 個体間の競争効果が影響しているものと考えられる。林齢とともに林分の Ry は増加し, 植栽密度が高い林分ほど Ry が高かった (図一 2)。また, 一般にサイズの小さな個体は, 隣接するサイズの大きな個体に被圧されやすい。そのため, 高密度の小径個体では, 生育に必要な資源 (例えば光) が制限されやすく, その結果, 直径成長が制限され, 生残率が低下しやすかったものと推察される。

今回の調査結果は, 8~13 年生までの限られた林齢を対象としたものであるため, 今後も継続して個体の成長と生存状況を観察していくとともに, 植栽密度の違いが枝の枯れ上がりを与える影響などについても検討していきたい。

引用文献

(1) Crawley M.J. (2002) Statistical Computing: an introduction to data analysis using S-Plus. John Wiley & Sons, West Sussex.
 (2) 北海道水産林務部(2010) 平成 20 年度北海道林業統計, 57-58pp.

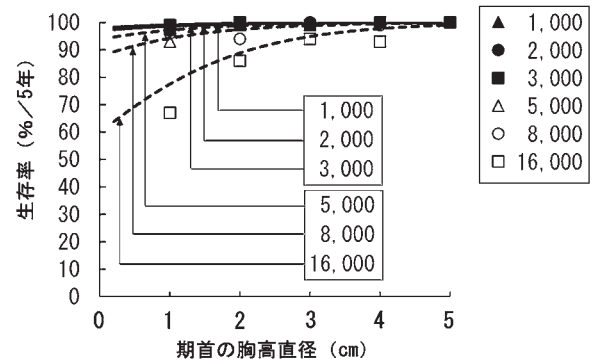


図一 3 期首の胸高直径と年平均直径成長量との関係

※点は, 胸高直径階別の直径成長量の平均値。
 線は, 選択されたモデルの係数を用いて計算した成長量の予測値。

表一 2 密度区別の本数内訳 (生存個体数, 枯死数) と生存率

処理区	8年生時の個体数/ha		13年生時の枯死数/ha		生存率 (%/5年)	
	反復 1	反復 2	反復 1	反復 2	反復 1	反復 2
1,000本	961	961	0	30	100.0	96.9
2,000本	1,975	1,940	9	36	99.5	98.1
3,000本	2,963	2,878	23	27	99.2	99.1
5,000本	4,542	4,967	67	90	98.5	98.2
8,000本	7,695	7,766	354	425	95.4	94.5
16,000本	14,720	15,476	3,000	1,476	79.6	90.5



図一 4 期首の胸高直径と生存率との関係

※点は, 胸高直径階別の直径成長量の平均値。
 線は, 選択されたモデルの係数を用いて計算した成長量の予測値。

(3) 中島広吉(1948) 北海道立木幹材積表. 興林会北海道支部, 札幌市, 32pp.
 (4) 北海道林務部(1995) アカエゾマツ人工造林の手引き. 北海道林業改良普及協会.