

エゾマツ人工林の成長予測

森林総合研究所北海道支所 石橋 聡・高橋 正義・佐々木 尚三

はじめに

エゾマツは戦前から人工林の造成が進められたが、養苗が難しいことやエゾマツカサアブラムシの被害を受けたことなどから、近年はほとんど造林されていない。また、天然林においては、過去の伐採とその更新が主に倒木更新に依存していることから十分な後継樹が得られず、資源は減少の一途を辿ってきた。一方、エゾマツの用途としては建築材、家具材、楽器材、パルプ材、経木など、多様かつ有用であり、今後その資源を回復させていく必要があると考えられる。そこで本報告では、これまで収集したエゾマツ人工林の林分データを利用して、エゾマツ人工林の成長予測を行うとともに、他の人工林樹種との成長比較を行って、今後の資源育成のための一助としたい。

調査データの概要

本報告では森野、当別、丸山のエゾマツ人工林収穫試験地 3 箇所 (4) の調査データとこれまで森林総合研究所北海道支所で収集してきた 105 箇所のエゾマツ人工林データを用いた。使用したデータは、各調査地の毎木調査で得られた胸高直径、樹高である。なお、105 箇所のエゾマツ人工林データは一時的なプロット設定によるものであるが、人工林収穫試験地は林野庁長官通達のもと全国の国有林に設定されている試験地で、設定後 5 ~ 10 年間隔で継続調査が行われている。また、本報告ではエゾマツ人工林とトドマツ人工林の成長を比較するために、森野エゾマツ人工林収穫試験地と隣接している森野トドマツ人工林収穫試験地の調査データも用いた。森野エゾマツ人工林収穫試験地は 1935 (昭和 10) 年春植栽、森野トドマツ人工林収穫試験地は 1934 (昭和 9) 年春植栽である。なお、両者の比較のために、それぞれ 1990 年に測定された樹冠直径の毎木データも使用した。

結果と考察

調査データの林齢と上層樹高との関係を図-1 に示した。なお、上層樹高は樹高を高いものから順にヘクターあたり 250 本並べた平均値である。これらのデータを用いて林齢 (t) から上層樹高 (DTH) を予測する式を、成長関数のうち最もあてはまりのよかった Mitscherlich 関数によって作成し ($R^2 = 0.74$)、図中に示した。

$$DTH = 38.40371 \times (1 - 1.01535 \times e^{-0.01161 \times t}) \quad (1)$$

この(1)式を中心線とし、基準林齢を 40 年としたうえ

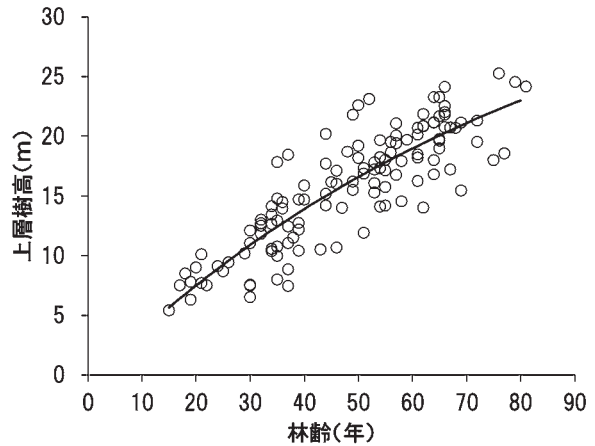


図-1 林齢と上層樹高の関係

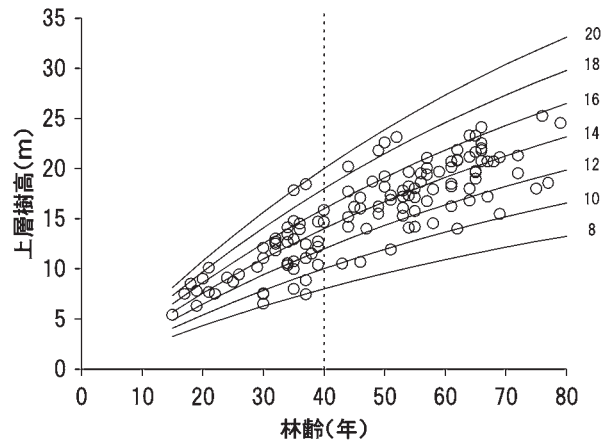


図-2 地位指数曲線

で、各地位指数ごとの上層樹高 (H_i) を(2)式で算出した (SI : 地位指数, H_x : 林齢 x のときの 上層樹高)。

$$H_i = SI \times H_x / H_{40} \quad (2)$$

この結果、林齢 40 年を基準とした地位指数曲線が得られた (図-2, 表-1)。これを利用することにより、任意の林齢における地位を判定することが可能である。

また、図-3 には調査データの林齢と林分材積の関係を示した。これらのデータを用いて林齢 (t) から林分材積 (V) を予測する式を成長関数のうち最もあてはまりのよかった Richards 関数によって作成し、図中に示し

た ($R^2 = 0.54$)。

$$V = 489.16262 \times (1 + e^{(-0.04772 \times t)})^{-7.89606} \quad (3)$$

これをみると、林分材積の成長傾向としては、若齢時

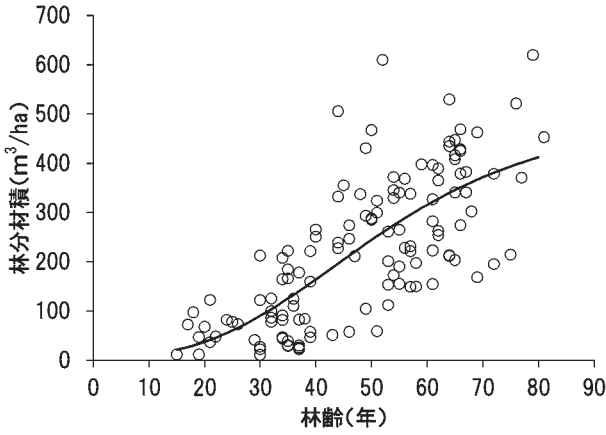


図-3 林齢と林分材積の関係

は成長が緩慢なもの 30 年生を過ぎるあたりから成長が旺盛となり、その後次第に頭打ちとなる S 字形の推移傾向を示すことがわかる。林齢ごとの林分材積の分布傾向は、林齢が高くなるに従えばつきが大きくなるが、作成した林分材積成長曲線からみると、標準的には 80 年生時で 400 m³/ha 前後の林分材積が期待できると思われる。

森野エゾマツ人工林収穫試験地と隣接するトドマツ人工林収穫試験地との上層樹高推移 (図-4)、平均胸高直径推移 (図-5)、林分材積推移 (図-6) を比較した。これらを見ると、今回の調査期間においては、いずれの林分成長因子についてもトドマツ人工林の方がエゾマツ人工林よりも上回っているが、一方で林齢が高くなるにしたがい、その差が縮まってきていることがわかる。特に、林分材積ではトドマツ人工林よりもエゾマツ人工林の方がその増加度合いが大きい傾向がみられ、いずれ逆転する可能性も考えられる。これはトドマツはエゾマツよりも寿命が短いことから、成長の頭打ち傾向が早くあらわれてきているためと考えられる。また、図-7 では胸高直径と樹冠直径の関係性を両樹種で比較した。これを見ると、同じ直径ではエゾマツの方がトドマツよりも樹

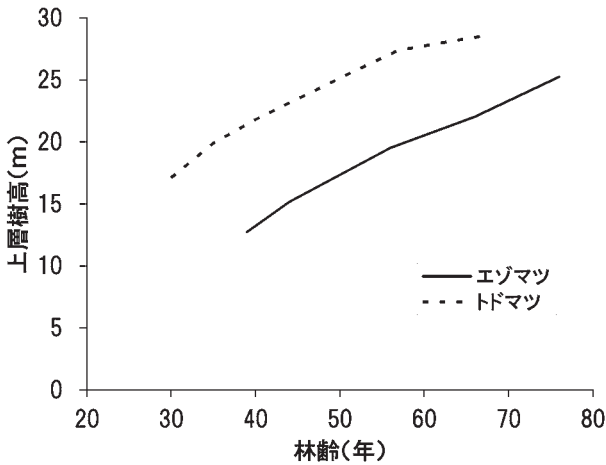


図-4 上層樹高推移の比較 (森野)

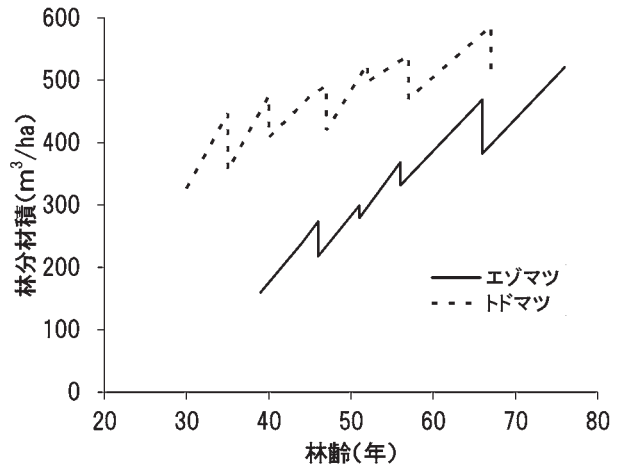


図-6 林分材積推移の比較 (森野)

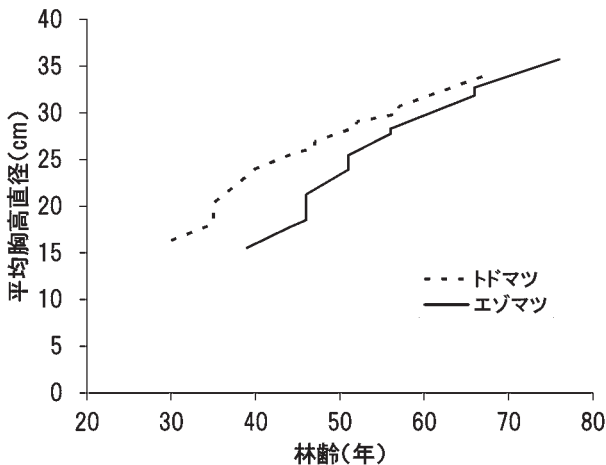


図-5 平均胸高直径の比較 (森野)

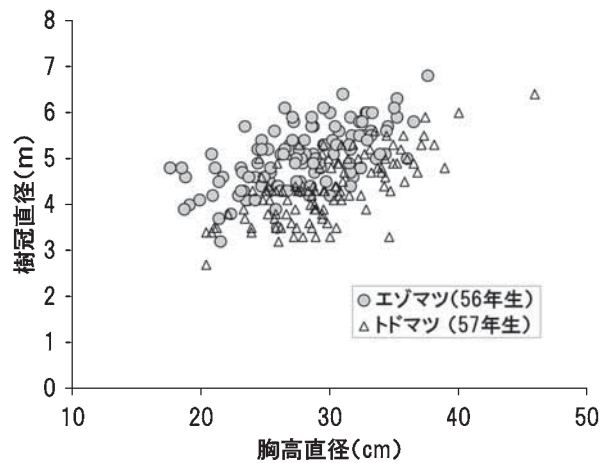


図-7 胸高直径と樹冠直径の関係 (森野)

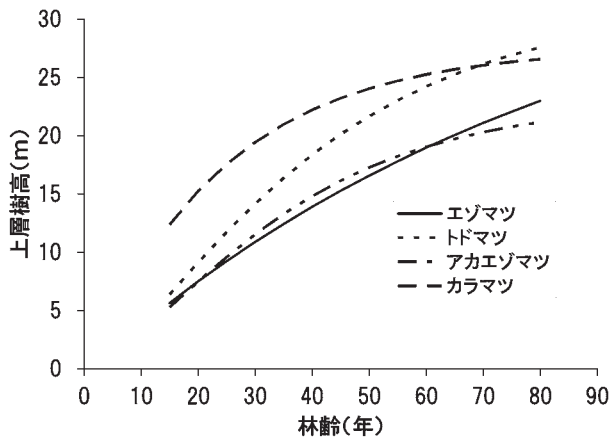


図-8 上層樹高成長曲線の比較

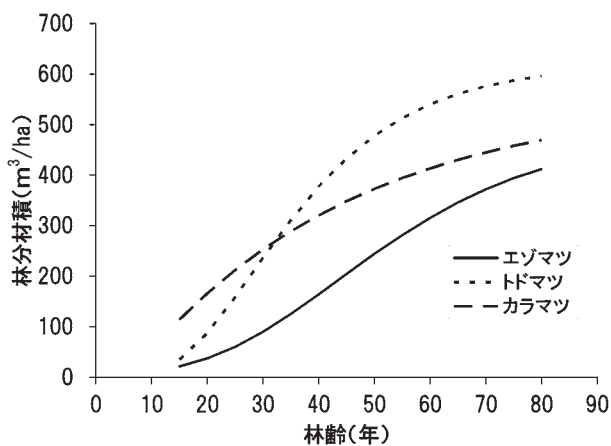


図-9 林分材積成長曲線の比較

冠が大きい傾向がみられる。ただし、この結果を立木本数管理指針に生かすためには、樹冠の重なり状態を考慮する必要があると考えられ、今後詳細な検討が必要である。

次に、作成したエゾマツの上層樹高成長曲線（地位指数曲線中心線）（図-8）と林分材積成長曲線（図-9）を北海道の主要造林樹種と比較した（1, 2, 3, 5）。上層樹高成長曲線ではエゾマツはカラマツやトドマツよりも下位にあるが、その推移の頭打ち傾向はこれら樹種よ

りそれほど大きくはなく、80年生以降においても樹高の旺盛な成長が続くと予測される。また、林分材積成長曲線では、示した林齢の範囲においてはトドマツとの差は大きいですが、カラマツについては差が縮まる傾向を示しており、80年生以降においてはいずれ逆転することも考えられる。以上の結果から、エゾマツはカラマツやトドマツに比べ初期成長が緩慢であり長期育成が必要な樹種であるといえ、必然的に長伐期にならざるを得ないと考えられる。したがって、今後の資源育成のためには、人工林造成においては長期にわたる基盤整備と長伐期が可能な国有林、道有林などの大規模経営体が担う必要があると考えられる。また、エゾマツは耐陰性が大きく樹下植栽に適することから、天然林において伐採後などの林冠疎開地（ギャップ）への植込みを行うことも有効な資源育成方法として考えられる。

おわりに

今回、これまで収集してきたデータを用いてエゾマツ人工林の成長予測を行った。多数のデータを用いたエゾマツ単独の人工林の成長予測はこれまで行われておらず、今回の成果を今後のエゾマツ資源の育成に向け活用することを期待したい。一方で、若齢や高齢時を中心にデータ数はまだ十分とはいえないことから、今後もデータの収集を行い見直していく必要があると考えられる。

なお、過去調査に携わった方々に感謝いたします。

引用文献

- (1) 石橋聡 (2006) 長伐期に対応したカラマツ人工林収穫予想表. 北方林業 58 : 49-56
- (2) 石橋聡・佐々木尚三・高橋正義・鷹尾元・佐野真 (2008) 長期観察データによるトドマツ人工林の成長予測. 日林北支論 56 : 111-113
- (3) 石橋聡・高橋正義・佐々木尚三・立花敏 (2009) 収穫試験地にみるカラマツ人工林の成長. 北の森だより 2 : 5-8
- (4) 森林総合研究所北海道支所・道内5営林(支)局 (1995) 森林の構造と成長の関係解析に関する研究—北海道における収穫試験30年の経過—. 収穫試験報告第19号, 154pp
- (5) 山田健四・菊池健・清水一 (1995) 全道アカエゾマツ人工林の生育実態. 日林北支論 43 : 101-103

表-1 エゾマツ人工林地位指数表

age\SI	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
15	3.2	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1
16	3.5	3.9	4.3	4.8	5.2	5.6	6.1	6.5	6.9	7.4	7.8	8.2	8.7
17	3.7	4.1	4.6	5.1	5.5	6.0	6.4	6.9	7.4	7.8	8.3	8.7	9.2
18	3.9	4.4	4.9	5.4	5.8	6.3	6.8	7.3	7.8	8.3	8.8	9.2	9.7
19	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	6.7	7.2	7.7	8.2	8.7	9.2	9.7	10.3
20	4.3	4.9	5.4	5.9	6.5	7.0	7.5	8.1	8.6	9.2	9.7	10.2	10.8
21	4.5	5.1	5.6	6.2	6.8	7.3	7.9	8.5	9.0	9.6	10.2	10.7	11.3
22	4.7	5.3	5.9	6.5	7.1	7.7	8.3	8.9	9.4	10.0	10.6	11.2	11.8
23	4.9	5.5	6.2	6.8	7.4	8.0	8.6	9.2	9.8	10.5	11.1	11.7	12.3
24	5.1	5.8	6.4	7.0	7.7	8.3	9.0	9.6	10.2	10.9	11.5	12.2	12.8
25	5.3	6.0	6.6	7.3	8.0	8.6	9.3	10.0	10.6	11.3	12.0	12.6	13.3
26	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	9.0	9.6	10.3	11.0	11.7	12.4	13.1	13.8
27	5.7	6.4	7.1	7.8	8.6	9.3	10.0	10.7	11.4	12.1	12.8	13.5	14.3
28	5.9	6.6	7.4	8.1	8.8	9.6	10.3	11.0	11.8	12.5	13.3	14.0	14.7
29	6.1	6.8	7.6	8.4	9.1	9.9	10.6	11.4	12.2	12.9	13.7	14.4	15.2
30	6.3	7.0	7.8	8.6	9.4	10.2	11.0	11.7	12.5	13.3	14.1	14.9	15.7
31	6.4	7.3	8.1	8.9	9.7	10.5	11.3	12.1	12.9	13.7	14.5	15.3	16.1
32	6.6	7.5	8.3	9.1	9.9	10.8	11.6	12.4	13.3	14.1	14.9	15.7	16.6
33	6.8	7.7	8.5	9.4	10.2	11.1	11.9	12.8	13.6	14.5	15.3	16.2	17.0
34	7.0	7.9	8.7	9.6	10.5	11.3	12.2	13.1	14.0	14.8	15.7	16.6	17.5
35	7.2	8.1	8.9	9.8	10.7	11.6	12.5	13.4	14.3	15.2	16.1	17.0	17.9
36	7.3	8.2	9.2	10.1	11.0	11.9	12.8	13.7	14.7	15.6	16.5	17.4	18.3
37	7.5	8.4	9.4	10.3	11.2	12.2	13.1	14.1	15.0	15.9	16.9	17.8	18.7
38	7.7	8.6	9.6	10.5	11.5	12.5	13.4	14.4	15.3	16.3	17.3	18.2	19.2
39	7.8	8.8	9.8	10.8	11.8	12.7	13.7	14.7	15.7	16.6	17.6	18.6	19.6
40	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
41	8.2	9.2	10.2	11.2	12.2	13.3	14.3	15.3	16.3	17.3	18.4	19.4	20.4
42	8.3	9.4	10.4	11.4	12.5	13.5	14.6	15.6	16.6	17.7	18.7	19.8	20.8
43	8.5	9.5	10.6	11.7	12.7	13.8	14.8	15.9	17.0	18.0	19.1	20.1	21.2
44	8.6	9.7	10.8	11.9	13.0	14.0	15.1	16.2	17.3	18.4	19.4	20.5	21.6
45	8.8	9.9	11.0	12.1	13.2	14.3	15.4	16.5	17.6	18.7	19.8	20.9	22.0
46	8.9	10.1	11.2	12.3	13.4	14.5	15.7	16.8	17.9	19.0	20.1	21.3	22.4
47	9.1	10.2	11.4	12.5	13.7	14.8	15.9	17.1	18.2	19.3	20.5	21.6	22.8
48	9.3	10.4	11.6	12.7	13.9	15.0	16.2	17.3	18.5	19.7	20.8	22.0	23.1
49	9.4	10.6	11.7	12.9	14.1	15.3	16.4	17.6	18.8	20.0	21.1	22.3	23.5
50	9.5	10.7	11.9	13.1	14.3	15.5	16.7	17.9	19.1	20.3	21.5	22.7	23.9
51	9.7	10.9	12.1	13.3	14.5	15.7	17.0	18.2	19.4	20.6	21.8	23.0	24.2
52	9.8	11.1	12.3	13.5	14.8	16.0	17.2	18.4	19.7	20.9	22.1	23.4	24.6
53	10.0	11.2	12.5	13.7	15.0	16.2	17.5	18.7	20.0	21.2	22.4	23.7	24.9
54	10.1	11.4	12.6	13.9	15.2	16.4	17.7	19.0	20.2	21.5	22.8	24.0	25.3
55	10.3	11.5	12.8	14.1	15.4	16.7	17.9	19.2	20.5	21.8	23.1	24.4	25.6
56	10.4	11.7	13.0	14.3	15.6	16.9	18.2	19.5	20.8	22.1	23.4	24.7	26.0
57	10.5	11.8	13.2	14.5	15.8	17.1	18.4	19.7	21.1	22.4	23.7	25.0	26.3
58	10.7	12.0	13.3	14.7	16.0	17.3	18.7	20.0	21.3	22.7	24.0	25.3	26.7
59	10.8	12.1	13.5	14.8	16.2	17.5	18.9	20.2	21.6	22.9	24.3	25.6	27.0
60	10.9	12.3	13.7	15.0	16.4	17.8	19.1	20.5	21.8	23.2	24.6	25.9	27.3
61	11.1	12.4	13.8	15.2	16.6	18.0	19.3	20.7	22.1	23.5	24.9	26.3	27.6
62	11.2	12.6	14.0	15.4	16.8	18.2	19.6	21.0	22.4	23.8	25.2	26.6	28.0
63	11.3	12.7	14.1	15.5	17.0	18.4	19.8	21.2	22.6	24.0	25.4	26.9	28.3
64	11.4	12.9	14.3	15.7	17.1	18.6	20.0	21.4	22.9	24.3	25.7	27.1	28.6
65	11.6	13.0	14.4	15.9	17.3	18.8	20.2	21.7	23.1	24.6	26.0	27.4	28.9
66	11.7	13.1	14.6	16.1	17.5	19.0	20.4	21.9	23.4	24.8	26.3	27.7	29.2
67	11.8	13.3	14.7	16.2	17.7	19.2	20.6	22.1	23.6	25.1	26.5	28.0	29.5
68	11.9	13.4	14.9	16.4	17.9	19.4	20.9	22.3	23.8	25.3	26.8	28.3	29.8
69	12.0	13.5	15.0	16.5	18.1	19.6	21.1	22.6	24.1	25.6	27.1	28.6	30.1
70	12.2	13.7	15.2	16.7	18.2	19.7	21.3	22.8	24.3	25.8	27.3	28.9	30.4
71	12.3	13.8	15.3	16.9	18.4	19.9	21.5	23.0	24.5	26.1	27.6	29.1	30.7
72	12.4	13.9	15.5	17.0	18.6	20.1	21.7	23.2	24.8	26.3	27.9	29.4	30.9
73	12.5	14.1	15.6	17.2	18.7	20.3	21.9	23.4	25.0	26.5	28.1	29.7	31.2
74	12.6	14.2	15.8	17.3	18.9	20.5	22.1	23.6	25.2	26.8	28.4	29.9	31.5
75	12.7	14.3	15.9	17.5	19.1	20.7	22.2	23.8	25.4	27.0	28.6	30.2	31.8
76	12.8	14.4	16.0	17.6	19.2	20.8	22.4	24.0	25.6	27.2	28.8	30.4	32.1
77	12.9	14.5	16.2	17.8	19.4	21.0	22.6	24.2	25.9	27.5	29.1	30.7	32.3
78	13.0	14.7	16.3	17.9	19.6	21.2	22.8	24.4	26.1	27.7	29.3	31.0	32.6
79	13.1	14.8	16.4	18.1	19.7	21.4	23.0	24.6	26.3	27.9	29.6	31.2	32.8
80	13.2	14.9	16.6	18.2	19.9	21.5	23.2	24.8	26.5	28.1	29.8	31.5	33.1