

エゾマツ針葉形態の地理的変異

井出雄二*・倉橋昭夫**・佐々木忠兵衛**・渡邊定元***

Geographic Variation in Needle Characteristics of *Picea jezoensis*

Yuji IDE*, Akio KURAHASHI**, Chubei SASAKI**
and Sadamoto WATANABE***

はじめに

ある樹種の地理的変異を把握することは、その樹種の育種を進める上で根幹をなす重要な課題であると同時に、適切な遺伝子資源の保存を図る上で必要不可欠であるといえる。

北海道に生育する針葉樹の地理的変異については、畠山(1981)がトドマツの寒風害、雪害などの抵抗性、栄花(1984)が耐凍性について報告しているほか、丸岡・栄花(1975)によるアカエゾマツの子葉数と苗長の変異に関する研究、岡田(1975)による苗高と開葉時期の変異に関する研究などがあり、北海道内の気候その他の環境の変異に対応した遺伝的変異の存在が明らかにされている。

北海道の天然林の主要構成樹種の一つであるエゾマツについては、原田ら(1950)が形態的変異についての報告の中で、球果形状の地理的変異に触れているほか、高橋(1977)が、針葉長について道南から道北へいくにつれた短化の傾向があることを指摘しているが、これが遺伝的なものかどうかは明らかになっていない。また、球果、種子、苗木の諸形質などに採種地の標高に応じた変異があることが明らかにされている(倉橋, 1992)他、種子産地による生育の違いがあることも示唆されている(井口ら, 1992)。その他遺伝変異の研究として、エゾマツとアカエゾマツの雑種について形態および生育特性についての研究(濱谷ら, 1989)、アイソザイム遺伝子の研究(勝木ら, 1993)などがある。

しかし、エゾマツはこれまで造林、育種の対象として重視されてこなかったこともあり、その遺伝変異に関する情報はトドマツなど他の北海道産針葉樹に比べると不十分である。上記のようにこれまでの研究から、北海道に分布するエゾマツに地理的変異が存在すると考えさせる情報が得られているが、トドマツなどの場合と同様な、確かな変異の存否についてはより広範囲にわたる研究が必要である。

筆者等は、エゾマツの遺伝子保存およびその育種的利用を図るためには、まず北海道におけるエゾマツの地理的変異の存否を明らかにする必要があると考え、そのための第一歩として各地に生育するエゾマツの針葉形態について調査したので、その結果を報告する。

* 東京大学農学部附属演習林研究部
Research Division of the University Forests, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

** 東京大学農学部附属北海道演習林
University Forest in Hokkaido, Faculty of Agriculture, The University of Tokyo.

*** 三重大学生物資源学部
Faculty of Bioresources, Mie University.

表-1 調査林分の概要
Table 1. Outlines of investigated stands

No.	調査林分 Satnds	所在地 Location of stand	標高 Altitude (m)	調査個体数 No. of investigated trees	最寄測候所 Nearest meteorological station	降水量*		
						年間 Annual (mm)	成長期 Growth season (Apr.-Oct.)	成長休止期 Dormant season (Nov.-Mar.)
1	羊蹄山 Youteizan	倶知安林務署 1, 44, 46 林班 Kuttian-rimmusho	370-400	22	倶知安 Kuttian	1630	626	1004
2	定山溪 Jyozankei	定山溪営林署 210 林班 Jyozankei-eirinsho	700	10	小金湯 Koganeyu	1295	590	705
3	支笏湖 Shikotsuko	苫小牧営林署 1009 林班 Tomakomai-eirinsho	260	10	支笏湖 Shikotsuko	1785	1057	728
4	苫小牧 1 Tomakomai 1	苫小牧営林署 170-400 林班 Tomakomai-eirinsho	70-140	17	苫小牧 Tomakomai	1241	837	404
5	苫小牧 2 Tomakomai 2	北海道大学苫小牧演習林 417 林班 Hokkaido Univ. Forests, Tomakomai	80	1	苫小牧 Tomakomai	1241	837	404
6	上芦別 Kamiashibetsu	上芦別営林署, 雌山 Kamiashibetsu-eirinsho	700	10	芦別 Ashibetsu	1173	600	575
7	山部 1 Yamabe 1	東京大学北海道演習林 7 林班 b Tokyo Univ. Forests, Hokkaido	500	6	麓郷 Rokugou	1073	611	462
8	山部 2 Ymabe 2	東京大学北海道演習林 7 林班 a Tokyo Univ. Forests, Hokkaido	620	10	麓郷 Rokugou	1073	611	462
9	山部 3 Yamabe 3	東京大学北海道演習林 35 林班 Tokyo Univ. Forests, Hokkaido	450	6	麓郷 Rokugou	1073	611	462
10	勇駒別 Yukomanbetsu	旭岳温泉付近 Asahidake onsen	1050	8	東川 Higashikawa	1009	609	400
11	美瑛 Biei	美瑛営林署 69 林班, 小松原保護林 Biei-eirinsho	700	12	美瑛 Biei	1063	584	479
12	石北峠 Sekihokutoge 1	大雪営林署, 雪見台~七福台間 Daisetsu-eirinsho	900	3	上川 Kamikawa	1246	692	554
13	上音威子府 Kamioitoineppu	北海道大学中川演習林 Hokkaido Univ. Forests, Nakagawa	350	4	中川 Nakagawa	1406	649	757

表-1 続き
Table 1. Continued

14	母子里	北海道大学雨龍演習林	250	10	1685	753	932
	Moshiiri	Hokkaido Univ. Forests, Uryu					
15	川湯	弟子屈営林署, 松川実験林	130	2	1101	686	415
	Kawayu	Teshikaga-eirinsho					
16	阿寒	前田一歩園財団 79 林班	700	10	1221	695	528
	Akan	Maedaippoen-zaidan					
17	茂足寄 1	足寄営林署 76 林班	700	9	1221	695	528
	Moashoro 1	Ashoro-eirinsho					
18	茂足寄 2	足寄営林署 102 林班	720	10	1221	695	528
	Moashoro 2	Ashoro-eirinsho					
19	標津	標津町有林	30-100	8	1394	803	591
	Shibetsu	Shibetsu Town Forest					
20	羅臼	標津営林署 231 林班	350	1	1575	815	759
	Rausu	Shibetsu-eirinsho					
21	浦幌	浦幌営林署 98 林班	340	10	1008	619	390
	Urahoro	Urahoro-eirinsho					
22	石北峠	留辺蘂営林署 83 林班	800	10	879	517	362
	Sekihokutoge 2	留辺蘂-eirinsho					
23	留辺蘂 1	留辺蘂営林署 110 林班	600	10	879	517	362
	Rubeshibe 1	Rubeshibe-eirinsho					
24	留辺蘂 2	留辺蘂営林署 129 林班	900	10	879	517	362
	Rubeshibe 2	Rubeshibe-eirinsho					
25	釧北峠	津別営林署, 釧北峠	550	10	858	450	304
	Sennpokitoge	Tsubetsu-eirinsho					
26	津別峠	津別営林署, 津別峠	700	5	778	450	304
	Tsubetsutoge	Tsubetsu-eirinsho					
27	置戸	置戸営林署 39 林班, 学術参考林	600	9	858	569	289
	Oketo	Oketo-eirinsho					
28	佐呂間	佐呂間営林署 93 林班	350	5	778	440	340
	Saroma	Saroma-eirinsho					
29	知床 1	清里営林署 323 林班	280	11	825	422	401
	Shiretoko 1	Kiyosato-eirinsho					
30	知床 2	清里営林署 380 林班	300	20	825	422	401
	Shiretoko 2	Kiyosato-eirinsho					

* 降水量の資料は, 札幌管区気象台 (1983) の平年値によった。

なお、現地調査に際して、関係営林署、林務署および北海道大学演習林各位の協力を得た。心よりお礼申し上げます。

材料と方法

1986年から1989年にかけて、表-1 および図-1 に示す北海道内各地のエゾマツ天然生林 30 林分においてエゾマツの針葉を採取した。調査した個体数はそれぞれの林分で異なり、1 から 22 個体であった。供試木は成木とし、その力枝付近の、葉をつけた生枝を 40~50 cm の長さで切り取った。採取した枝の主軸の 2 年生部分の任意の針葉 15 本について、長さを物差しを用いて 0.1 mm 単位で、幅、厚さをデジタル測厚計を用いて 0.01 mm 単位で測定し、また、上面の気孔列数を実体顕微鏡下で計測した。測定に当たって、1 年生枝を用いた場合、調査時期によっては未成熟な針葉を供試することとなり結果が不安定になる恐れがあること、3 年生枝では脱落する針葉が多いこと（倉橋ら、1992b）から、形態的に安定し着葉量も多い 2 年生枝の針葉を用いた。

調査は、樹高 10 m、胸高直径 10 cm 以上の成木を対象に行ったが、大部分は胸高直径 20 cm 以上の個体であった。しかし、各個体の大きさおよび樹齢についての詳細は調査しなかった。

これまでのエゾマツ針葉の形質に関する研究において、今回調査対象とした個体と同程度の大きさの成木であれば針葉形質は安定していると考えられており（濱谷ら、1989；井口・倉橋、1992）、本研究においても対象とした個体について針葉形質を議論する上で、個体の大きさや樹齢は影響を及ぼさないものと考えた。

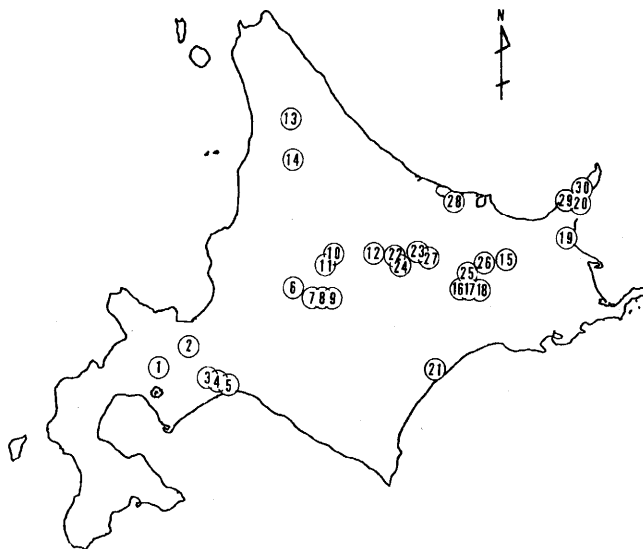


図-1 調査林分の位置.

Fig. 1. Geographic distribution of investigated stands.

図中の番号は表-1 に示す調査林分番号を示す.

Numbers in the figure is the stand number in Table 1.

表-2 エゾマツの針葉形質の林分平均値

Table 2. Mean value of the needle characteristics of *Picea jezoensis* for each investigated stand

No.	調査林分 Investigated stands	針葉長 Needle length (cm)	S.D.	針葉幅 Needle width (mm)	S.D.	針葉厚 Needle thickness (mm)	S.D.	気孔列数 No. of stomatal lines	S.D.
1	羊蹄山 Youteizan	2.20	0.29	1.47	0.17	0.60	0.08	9.6	0.78
2	定山溪 Jyozankei	1.88	0.19	1.58	0.11	0.66	0.06	10.0	0.45
3	支笏湖 Shikotsuko	2.09	0.27	1.38	0.13	0.57	0.04	9.3	0.8
4	苫小牧 1 Tomakomai 1	2.02	0.34	1.41	0.12	0.62	0.07	9.1	0.66
5	苫小牧 2 Tomakomai 2	(1.91)		(1.40)		(0.60)		(9.4)	
6	上芦別 Kamiashibetsu	1.87	0.28	1.41	0.11	0.54	0.04	8.3	0.53
7	山部 1 Yamabe 1	2.21	0.25	1.39	0.04	0.61	0.04	9.3	0.19
8	山部 2 Yamabe 2	1.80	0.21	1.34	0.08	0.54	0.04	8.9	0.34
9	山部 3 Yamabe 3	2.11	0.18	1.31	0.09	0.50	0.04	8.6	0.54
10	勇駒別 Yukomanbetsu	2.01	0.32	1.56	0.12	0.61	0.05	9.2	0.34
11	美瑛 Biei	1.85	0.25	1.30	0.12	0.52	0.03	8.2	0.32
12	石北峠 Sekihokutoge 1	(1.40)		(1.19)		(0.49)		(7.5)	
13	上音威子府 Kamimotoineppu	(1.62)		(1.33)		(0.56)		(9.2)	
14	母子里 Moshiri	1.64	0.17	1.28	0.15	0.54	0.07	8.9	0.47
15	川湯 Kawayu	(1.78)		(1.45)		(0.51)		(8.8)	
16	阿寒 Akan	1.72	0.24	1.38	0.15	0.48	0.04	8.2	0.7
17	茂足寄 1 Moashoro 1	1.67	0.13	1.25	0.06	0.52	0.04	8.8	0.36
18	茂足寄 2 Moashoro 2	1.84	0.15	1.33	0.16	0.53	0.06	8.7	0.42
19	標津 Shibetsu	1.84	0.25	1.55	0.1	0.62	0.06	9.2	0.44
20	羅臼 Rausu	(2.38)		(1.64)		(0.69)		(9.1)	
21	浦幌 Urahoro	1.94	0.15	1.34	0.1	0.52	0.06	7.9	0.58
22	石北峠 Sekihokutoge 2	1.60	0.33	1.14	0.11	0.48	0.04	7.6	0.6
23	留辺蕊 1 Rubeshibe 1	1.55	0.24	1.23	0.1	0.50	0.05	8.7	0.53
24	留辺薬 2 Rubeshibe 2	1.53	0.13	1.31	0.15	0.54	0.08	8.0	0.65

表-2 続き
Table 2. Continued

No.	調査林分 Investigated stands	針葉長 Needle length (cm)	S.D.	針葉幅 Needle width (mm)	S.D.	針葉厚 Needle thickness (mm)	S.D.	気孔列数 No. of stomatal lines	S.D.
25	釧北峠 Sennpokutoge	1.61	0.21	1.25	0.2	0.50	0.08	7.7	1.04
26	津別峠 Tsubetsutoge	1.61	0.05	1.40	0.11	0.55	0.03	7.8	0.82
27	置戸 Oketo	1.90	0.34	1.35	0.14	0.57	0.06	8	0.63
28	佐呂間 Saroma	1.65	0.21	1.23	0.1	0.48	0.04	6.9	0.64
29	知床 1 Shiretoko 1	1.72	0.16	1.30	0.08	0.54	0.03	7.5	0.36
30	知床 2 Shiretoko 2	1.49	0.19	1.32	0.12	0.50	0.06	6.9	0.45
	平均* Mean*	1.81		1.35		0.55		8.5	
	標準偏差* S.D.*	0.21		0.11		0.05		0.81	
	最大値* Maximum*	2.21		1.58		0.66		10.0	
	最小値* Minimum*	1.49		1.14		0.48		6.9	

() 内は測定個体数が 5 に満たなかった林分の値。

Data of the stands where number of measured individuals were less than five are in parenthesis.

* 括弧内の値を除いた値。

* Data in parenthesis were eliminated.

結果と考察

各調査形質についての測定結果は、表-2 に示すとおりである。エゾマツの針葉形態の具体的測定例として、長さ 1.4~2.7 cm, 幅 1.16~1.68 mm, 厚さ 0.47~0.69 mm, 気孔列数 6.8~10.0 という値が報告されている (濱谷ら, 1989) が、本研究における林分平均値はいずれもこの範囲内に収まっていた。一方、測定個体数が 5 以上であった 25 林分について分散分析を行った結果では、各形質とも林分間に 1% 水準で有意差が認められ、林分によって葉の形態が異なっていることが示唆された (表-3)。

ところで、本研究で調査したようなエゾマツの針葉形質については、同一個体でも樹冠内の位置によって変動することが知られている (井口・倉橋, 1992)。しかし、個体内の位置を定めて調査した場合の測定値は、個体間の違いを反映しているという (井口・倉橋, 1992)。本研究においては測定部位を力枝付近に定めたことから、十分に測定個体の性質を評価できるものと考え以下の議論を行った。

調査した形質相互の間には、有意な正の相関が認められ、特に、葉の幅と厚さ、葉の厚さと気孔列数との間には高い相関があった (表-4)。このことは、一般に針葉の大きさに関する形質と気

表-3 エゾマツの針葉形質に関する一元配置分散分析の結果

Table 3. Results of one-way ANOVA on the needle characteristics of *Picea jezoensis*

形質 Characteristics	要因 Factors	平方和 S	自由度 φ	平均平方 V	F ₀
針葉長 Length	林分 Stands	12.351	24	0.5146	8.925**
	誤差 Error	13.435	233	0.0577	
	全体 Total	25.786	257		
針葉幅 Width	林分 Stands	2.649	24	0.1104	6.874**
	誤差 Error	3.741	233	0.0161	
	全体 Total	6.390	257		
針葉厚 Thickness	林分 Stands	0.630	24	0.0262	8.032**
	誤差 Error	0.761	233	0.0033	
	全体 Total	1.391	257		
気孔列数 No. of stomatal lines	林分 Stands	180.685	24	7.5286	21.974**
	誤差 Error	79.828	233	0.3426	
	全体 Total	260.513	257		

** 1% 水準で有意.

** Significant at 1% level.

表-4 エゾマツの針葉形質相互の相関

Table 4. Correlation between needle characteristics of *Picea jezoensis*

	針葉長 Length	針葉幅 Width	針葉厚 Thickness
針葉幅 Width	0.5363**		
針葉厚 Thickness	0.5825**	0.8376**	
気孔列数 Stomatal lines	0.6386**	0.6343**	0.7473**

** 1% 水準で有意.

** Significant at 1% level.

孔列数とが互いに関連する形質であることを示している。

そこで、調査林分の地理的条件によって各形質について一定の傾向があるかどうか確かめるために、分散分析の対象にした 25 林分について、各形質の林分平均を標準偏差を用いて標準化した偏差値を求めた。そして、偏差値 56 以上を A, 55~45 を B, 45 未満を C というように 3 段階に評価して地図上にプロットした(図-2)。

同図をみると、各形質とも小さい値を示す林分が、オホーツク海に面した地域に集中している。

ことが明らかである。このことは、エゾマツの針葉形態は、林分の立地環境となんらかのかわりがあることを示唆している。

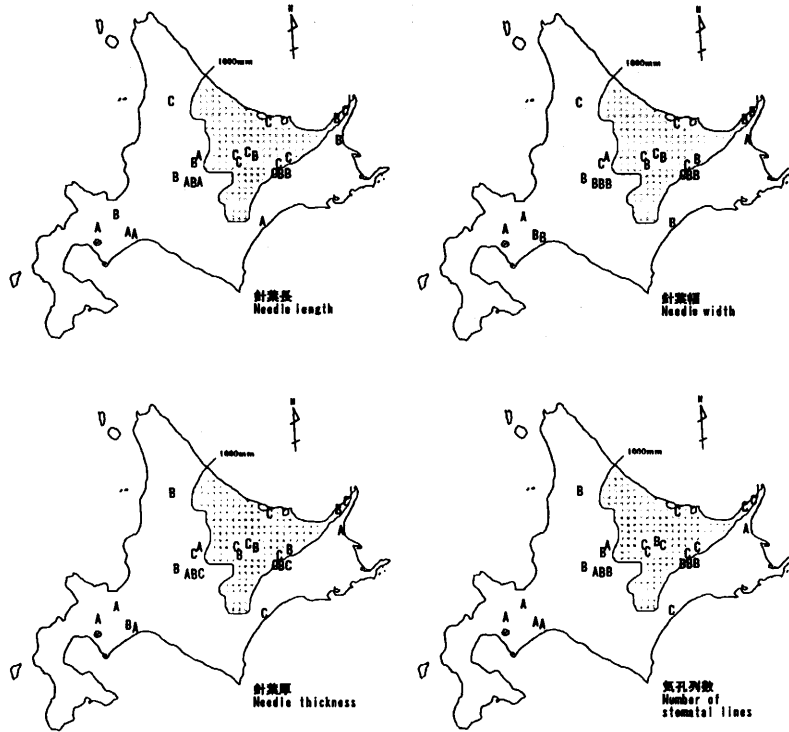


図-2 偏差値による針葉形質の評価。

Fig. 2. Evaluation of needle characteristics by deviation values.

- 1) 図中の A, B, C は偏差値による以下のクラス分けを示す。
 $A > 55, 55 \geq B \geq 45, 45 > C$
- 2) 図中の影を施した部分は、札幌管区气象台(1983)の年降水量分布図および調査地の平年値に基づいて推定した年間降水量 1,000 mm 以下の地域を示す。
 - 1) A, B and C in the figure show the deviation value classes as below;
 $A > 55, 55 \geq B \geq 45, 35 > C$
 - 2) The shadowed part in the figure shows the estimated area where annual precipitation is less than 1,000 mm based on the distribution map of annual precipitation (Sapporo area meteorological station, 1983) and the data of investigated stands.

オホーツク海に面した地域の気候の特徴として、年間の降水量が 1,000 mm に満たない点あげられるが、気温や降雪については、この地域だけに特徴的な傾向は認められない(前田一步園財団, 1993)。そこで、調査林分の近傍の気象観測地点の年間降水量(札幌管区气象台, 1984)と、針葉形質との関係をグラフ上にプロットして検討した(図-3)。どの形質についても、調査地ごとのばらつきは大きいものの、年間降水量が高くなるとその値が大きくなる傾向が認められる。相互の相関の有無を検定した結果では、すべての形質について年間降水量との間に有意な相関が認められ、特に、気孔列数では $r=0.7257$ ($p>0.001$) と高い相関が認められた(図-3, 表-5)。すなわち、年間降水量が少ない地域ではエゾマツの針葉は小さく薄くなり、気孔列数も少なくなるといえる。

さらに、図-3 の気孔列数に関するグラフでは、年間降水量と気孔列数の関係は直線的でなく、

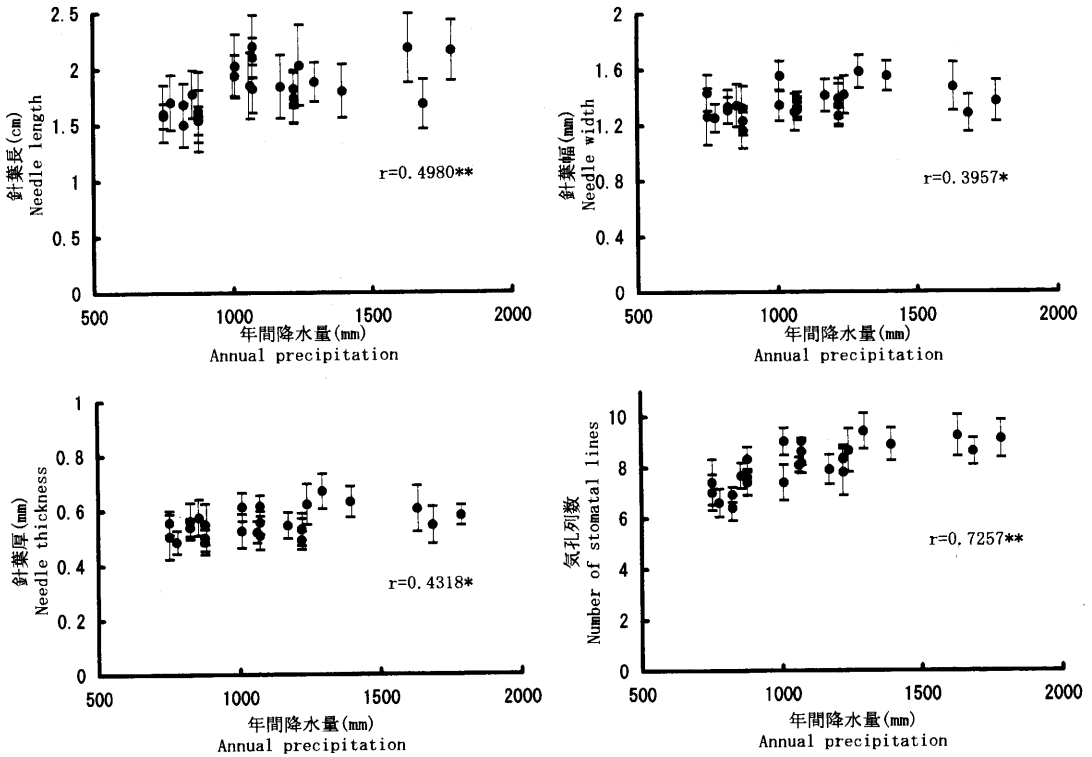


図-3 調査地の年間降水量と針葉形質の関係。

Fig. 3. Relationship between annual precipitation of investigated stand and the needle characteristics.

- 1) グラフ中の r は相関係数を示す。
- 2) 縦棒は標準偏差を示す。
- * 5% 水準で有意。
- ** 1% 水準で有意。
- 1) "r's" in the graphs show correlation coefficient.
- 2) Bar shows the standard deviation.
- * Significant at 5% level.
- ** Significant at 1% level.

1,000 mm 程度までは降水量の増加につれて気孔列の数が増加しているが、1,000 mm 以上では増加傾向が鈍化しているように見える。そこで、各調査地における年間降水量と気孔列数の平均との間の多項式による回帰を求めた。その結果、両者の関係は図-4 に示すような曲線によって示され、その重相関係数 R は 0.8080 であった。この曲線では、年間降水量が 1,000 mm 程度以上になると気孔列数の増加が鈍る上述の傾向がより明瞭である。すなわち、気孔列数は、主に年間降水量 1,000 mm 以下の地域よりもそれ以下の地域において大きく変化するといえる。

このことから、エゾマツは、1,000 mm 以下の降水量の地域においては、気孔列数を変化させることによって、水の利用調節を行っていると考えられる。しかし、1,000 mm 以上の降水量の地域においては、気孔列数の増加が針葉幅との関係から抑制されることおよび、水の利用調節そのものが不必要であることなどから、気孔列数がほぼ一定になるものと考えられる。

表-5 エゾマツの針葉形質と降水量の相関

Table 5. Correlation between needle characters of *Picea jezoensis* and precipitation

針葉形質 Needle characteristics	降水量 Precipitation		
	年間 Annual	成長期 Growth season (Apr.-Oct.)	成長休止期 Dormant season (Nov.-Mar.)
針葉長 Length	0.4980**	0.5106**	0.3789
針葉幅 Width	0.3957*	0.3313	0.3600
針葉厚 Thickness	0.4318*	0.3908	0.3695
気孔列数 Stomatal lines	0.7257**	0.6482**	0.6279**

* 5% 水準で有意.

* Significant at 5% level.

** 1% 水準で有意.

** Significant at 1% level.

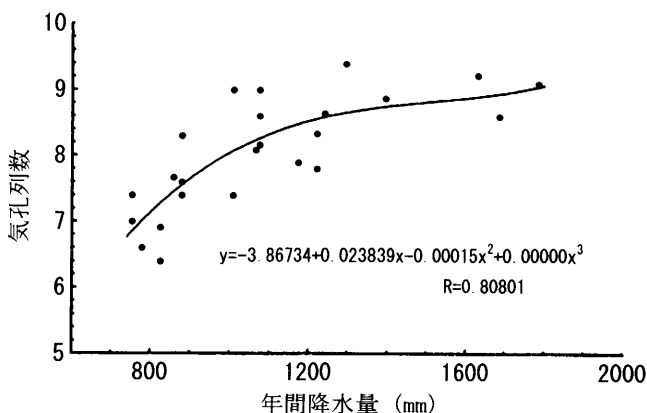


図-4 調査地の年間降水量に対する気孔列数の回帰.

Fig. 4. Regression of number of stomatal lines to annual precipitation.

3次多項式による回帰, Rは, 重相関係数.

Regression by polynomial of 3 variables. R= multiple correlation coefficient.

気孔列数についてさらに具体的に示すと, 調査したエゾマツ林分全体では平均8.5であったが, 図-2でCにランクされた8林分では, 平均7.6(6.9~8.0)とそれより約1本少なかった。また, Aにランクされた6林分の平均気孔列数9.4(9.1~10.0)に比べると2本少なかった。

また, 局所的に見ると, 知床では半島のオホーツク海側に比べ太平洋側では降水量が約1.5倍と大きな差があるが, 気孔列数についてみると, それぞれ対応する調査地である知床1, 知床2では7.5, 6.9と小さいのに対して, 標津では9.2と極端に大きくなっている(表-2)。

なお, オホーツク海に面していない十勝地方の浦幌でも気孔列数は少ないが, ここの年間降水

量が1,008 mm と少ないことから、ここで示した針葉形態と降水量の関係はエゾマツ一般に言えることと考えられる。

さらに、降水量を4月～10月の成長期と11月～3月の成長休止期にわけて針葉形質との関係を調べた結果、気孔列数では成長期との間の相関係数が0.6482であったのに対して、成長休止期との間では0.6279とやや低くなっていた(表-5)。また、他の針葉の大きさに関する形質では、針葉長と成長期の降水量との間で相関が認められた以外には降水量との間に有意な相関は認められなかった。

これらの結果から、気孔列数や針葉の長さは成長期の降水量に、より強く関係しているといえる。すなわち、エゾマツは生育期の水条件に適応して針葉形態を変化させているものと考えられる。

同じ北海道に生育するトドマツでは、冬期の積雪の多寡に対応した集団の遺伝的分化が認められているが(畠山, 1981)、エゾマツの針葉形態に関しては、冬期積雪に相当する成長休止期の降水量との間の相関が低いことから、積雪との関係はあまり強くないものと考えられる。

エゾマツの遺伝変異に関しては、苗畑での育苗試験で霜柱による倒伏被害や暗色雪腐病の感受性に関して産地・家系間差(井口ら, 1992)や標高に伴う変異の存在が示唆されているが(倉橋ら, 1992a)、本研究では各地に生育している調査個体から直接資料を採取して測定を行ったので、針葉形質に関するこれらの傾向が単に立地環境に対する適応反応の結果であるのか、集団の遺伝的分化に起因するものであるかどうかについては明らかではない。この点に関しては、今後同一林分での植栽試験などの研究が不可欠である。

要 旨

北海道内の30林分のエゾマツについて針葉の形態を調査した。その結果、針葉の長さ、幅、厚さ、気孔列数の各形質の間には強い正の相関($r=0.5363\sim 0.8376$)が認められ、これらが相互に関係のある形質であることが明らかになった。また、一元配置分散分析の結果から、それぞれの形質には、林分間に明らかな違いが存在することが示された。さらに、各形質と調査林分の所在地の年間降水量との間には、明らかな正の相関が認められた。特に、気孔列数と年間降水量の間には強い正の相関($r=0.7257$)が認められ、年間降水量が1,000 mm以下と少ないオホーツク海に面した林分では気孔列数が少なく、年間降水量が1,000 mm以上と多いその他の地域では気孔列数が増える傾向が顕著であった。すなわち、北海道に生育するエゾマツの針葉形態には、林分所在地の年間降水量に対応した地理的変異が存在すると結論された。

キーワード: エゾマツ, 針葉形態, 気孔列, 地理的変異, 年間降水量

引 用 文 献

- 畠山末吉(1981) トドマツの産地間変異の地域性に関する遺伝育種学的研究。北海道林試場報, 19, 1-91。
濱谷稔夫・渡邊定元・梶 幹男・倉橋昭夫・佐々木忠兵衛・小笠原繁男(1989) アカエゾマツとエゾマツの天然雑種の形態的並びに生育上の特徴。東大演報, 81, 53-68。
井口和信・倉橋昭夫(1992) エゾマツ針葉諸形質の樹冠部位による変異。日林論, 103, 397-398。
井口和信・小笠原繁男・笠原久臣・佐藤昭一・渡邊定元(1992) エゾマツ7産地産種子の播種床の違いによる実生の消失および生育。日林北支論, 40, 59-62。

- 栄花 茂 (1984) 北海道におけるトドマツの耐凍性に関する生態遺伝学的研究. 林育研報, 2, 61-107.
- 勝木俊雄・井出雄二・倉橋昭夫・鈴木和夫 (1993) アロザイムによるアカエゾマツとエゾマツの天然雑種の同定. 日林誌, 75, 367-371.
- 倉橋昭夫・佐々木忠兵衛・小笠原繁男・高橋 稔・井口和信・笠原久臣 (1992a) エゾマツの球果, 種子および次代苗の諸形質の標高に伴う変異—東京大学北海道演習林について—. 日林北支論, 40, 56-58.
- 倉橋昭夫・山本博一・高橋郁雄・大里正一・河原 漢・井口和信・佐藤昭一 (1992b) 天然林エゾマツの健全度に関する研究—北海道演習林の事例—. 東大演報, 88, 95-126.
- 札幌管区気象台編 (1983) 最新版北海道の気候. 309 pp. 日本気象協会北海道本部, 札幌.
- 前田一步園財団編 (1993) 北海道自然環境図譜. 413 pp. 前田一步園財団, 阿寒.
- 丸岡富次郎・栄花 茂 (1975) アカエゾマツの地域性—地域毎の子葉数と苗長の変異—. 日林北支論, 24, 97-100.
- 岡田 滋 (1975) アカエゾマツの産地間変異 (I) 苗高と開葉時期の産地間変異. 日林誌, 57, 305-310.
- 高橋延清 (1977) 農林水産省応用研究「天然林の生態遺伝的管理技術開発に関する研究」詳細報告書. 57-62.
(1995年10月30日受付)
(1996年3月18日受理)

Summary

Needle characteristics of *Picea jezoensis* were investigated at 30 stands in Hokkaido, Japan. Length, width, and thickness of needles and number of stomatal lines were characteristics found to be related to each other ($r=0.5363-0.8376$). It was proved that these four characteristics were significantly different among investigated stands by one-way ANOVA. We could recognize significant positive correlations between these four characteristics and annual precipitation of the investigated stands. Especially, the number of stomatal lines had a strong positive correlation with annual precipitation ($r=0.7257$). The number of stomatal lines was relatively small in the stands on Okhotsk Sea side where annual precipitation was less than 1,000 mm. On the other hand it was large in the stands where annual precipitation was more than 1,000 mm. In conclusion, there are geographical variations related with annual precipitation of stands which influence the needle characteristics of *Picea jezoensis* growing in Hokkaido, Japan.

Key words: *Picea jezoensis*, Needle characteristics, Stomatal line, Geographic variation, Annual precipitation

Abstract

A Comparative Study on Resort Development of Korea and Japan

Jung-dai KIM

This research clarified the development process of resort in Korea through comparison with Japan. The historical development process in Korea was divided to four periods referring to the characteristics of the policy of Government. As case studies, the development processes of Walker Hill and the Yong-Pyeong resort were revealed in detail. The ski resort was taken up as a case, the differences between Korea and Japan were clarified through the comparison of the development processes of Yong-Pyeong and Naeba, and by various sightseeing data. The ideal way of resort development of Korea in the future was considered.

Geographic Variation in Needle Characteristics of *Picea jezoensis*

Yuji IDE, Akio KURAHASHI, Chubei SASAKI
and Sadamoto WATANABE

Length, width, and thickness of needles and number of stomatal lines of *Picea jezoensis* were investigated in Hokkaido, Japan. Correlations between these four characteristics and annual precipitation of the investigated stands were detected. Among them, the number of stomatal lines strongly correlated with the annual precipitation. The numbers of stomatal lines were relatively small in the stands on the Okhotsk Sea side where annual precipitation was less than 1,000 mm. Therefore, it is concluded that there are geographical variations related with annual precipitation of stands in the needle characteristics of *Picea jezoensis* growing in Hokkaido.