

20産地からのニホンカラムツの冬の耐凍性の差

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
巻/号	5212
掲載ページ	p. 377-379
発行年月	1970年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波事務所
Tsukuba Office, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat



資 料

20 産地からのニホンカラマツの冬の耐凍性の差*

岡田 滋**・森 俊人**・酒井 昭***・倉橋昭夫****

I ま え が き

北海道林木育種場(野幌), 東京大学北海道演習林(山部)の樹木園には, 天然生林 27 か所より採種されたカラマツ (*Larix Leptolepis* Gord.) のみしょう苗木が 1959 年春定植されて, 産地ごとの生長量, 先枯病, 落葉病などの被害, その他生理生態上の特性調査が行なわれており, これらについてすでに若干の報告¹⁻³⁾がある。ニホンカラマツはヨーロッパカラマツにくらべて生長が速く, ヨーロッパやアメリカでかなり植栽されているがわが国の自生地より高緯度地方では凍害による枯損が多く, そのため耐凍度の高いニホンカラマツの選抜試験が必要となり, 近年ドイツ^{4,5)}, アメリカ⁶⁾でニホンカラマツの産地のちがいによる耐凍性の比較試験が行なわれ, また, カナダでもこの試験を計画している。しかし, わが国ではこうした試みはほとんど行なわれていない。著者の 1 人酒井⁷⁾, 浜谷⁸⁾は数年来カラマツ属の耐凍性の研究を進めてきたが, 北海道でトドマツ, アカエゾマツと並んで主要な造林樹種であるニホンカラマツの産地ごとの気象害, 病虫害の抵抗性, 各種形質の特性を明らかにすることは, 今後のカラマツ造林を進める上で重要と考えられる。今回はニホンカラマツの産地間の耐凍性の差, 耐凍性といくつかの形質や生理生態上の性質との関連を検討し, さらに外国で得られたニホンカラマツの耐凍性の研究と比較してみた。

なお本資料の発表にあたってご助言とご協力をいただいた北海道林木育種場鈴木正大場長, 向出弘正原種課長に厚くお礼申し上げる。

II 材料と方法

1970 年 1 月 20 日, 北海道林木育種場ならびに東京大学北海道演習林の樹木園から表-1 に示す 20 産地のカラマツについて, 生育が健全で被害の少ない 2 母樹を各産地ごと各樹木園ごとに選び, その母樹から充実した当年枝を 40 本ずつ計 80 本採取した。切枝は頂芽から 15~20 cm の長さにそろえ, ポリエチレンの袋に入れて

表-1. 実験に使用した種子産地

系 統	産 地 (NO)	緯 度	経 度	海拔高 m
富 士 系	天 神 峠 (1)	35°26'	138°41'	1320
	吉 田 三 合 目 (2)	35 24	138 43	1750
"	静 岡	35 19	138 38	1600
川 上 系	梓 山 (4)	35 57	138 43	1500
八 ヶ 岳 系	稲 子 (5)	36 02	138 24	1750
"	海 の 口 (6)	36 01	138 26	1750
"	蓼 科 山 (7)	36 06	138 17	1600
"	豊 平 (8)	36 02	138 20	1700
"	立 沢 低 地 (9)	35 56	138 19	1450
"	立 沢 高 地 (10)	35 57	138 20	1750
南アルプス系	甲 斐 駒 (11)	35 45	138 13	1500
"	大 沢 岳 (12)	35 27	138 06	2000
日光白根系	赤 沼 (13)	36 46	139 27	1360
"	野 州 原 (15)	36 47	139 33	1700
"	万 座 (16)	36 38	138 30	1750
北アルプス系	高 瀬 川 (22)	36 26	137 41	1380
木 曾 系	木 曾 駒 (23)	35 48	137 52	1820
"	御 岳 (24)	35 54	137 33	1380
浅 間 系	沓 掛 (18)	36 24	138 34	1400
"	追 分 (19)	36 23	138 32	1700

凍結させた。凍結は -30°C , -40°C , -50°C および -60°C の 4 段階で行なった。1 産地, 1 温度処理に用いた枝の本数は両樹木園とも 10 本ずつ計 20 本とした。切枝はさっと水につけ, ポリエチレン袋に入れ, -5°C の温度に 2 時間おいてから 1 日ごとに 5°C ずつ下げ -30°C では 16 時間, -40°C 以下では -30°C に 16 時間おいてからデープフリーザーでさらに 2 時間ごとに 10°C ずつ温度を下げた。凍結後枝は 0°C の部屋で凍結を解き, 産地別, 凍結温度別に室温で水さした。切枝の芽は水さしをして 1 か月後から徐々にふくらみ開葉を始めるが, その開葉の状態から芽の凍害をいどを下の 3 段階に分類した。

① 芽が完全に開いて正常なもの 正常 (2)

② 部分的に開葉したもの, 完全に開葉しているがその幼葉が枯損しているもの 被害 (1)

③ まったく開葉しなかったもの 枯死 (0)

正常, 被害, 枯死の耐凍度をそれぞれ 2, 1, 0 とした。各切枝上の全部の芽についてその耐凍度を調べ産地ごと, 凍結温度ごとに耐凍度を集計し, それぞれの芽の全

* Sigeru OKADA, Toshihito MORI, Akira SAKAI & Akio KURAHASHI: Difference in Freezing Resistance in Winter of the Japanese Larch Seedlings from Natural Forest in Twenty Different Localities

** 北海道林木育種場 Hokkaido For. Tree Breed. Sta., Ebetsu, Hokkaido

*** 北海道大学低温科学研究所 Inst. of Low. Temp. Sci., Hokkaido Univ., Sapporo

**** 東京大学北海道演習林 Tokyo Univ. For. in Hokkaido, Furano, Hokkaido

数で除して平均値をだし耐凍度の指数とした。この場合指数の大きいものほど耐凍度が高いことを示す。

III 実験結果

表-2 に林木育種場、東大北海道演習林から採取した切枝の芽の産地別、凍結温度別の耐凍度の指数とあわせて 1969 年 10 月 (植栽後 10 年) に調査した産地ごとの平均樹高と平均直径を示した。この表から全体的には処理温度が低下するにつれ指数が低下する傾向がみられるが、個々の産地では必ずしもその傾向はみられず、切枝、芽の個体差が著しく大きいことを示している。林木育種場採取の切枝と東大北海道演習林採取の切枝を比較すると一般的に東大の指数が高く、すなわち東大の方が耐凍度が高い傾向が認められた。植栽地間の差の傾向は、

耐凍度が育種場で低く東大で高いもの：天神峠、吉田三合目、海の口、高瀬川

耐凍度が両者で高いもの：蓼科山、豊平、立沢低地、赤沼、木曾駒、御岳

耐凍度が両者で低いもの：稲子、立沢高地、沓掛、追分

であった。その他の産地について甲斐駒は育種場が東大より高く、静岡、野州原は指数が中位で、梓山、大沢岳、万座の 3 産地は処理温度が低くなった場合指数が逆転しており明らかでない。いずれにしても産地間の耐凍性のちがいについては明確な結果は得られなかった。

表-2 の指数をもとにして分散分析を行なった。この

結果産地間では有意差は現われなかった。しかし育種場、東大の植栽地間で 5%、処理 (凍結温度間)、産地と植栽地間の交互作用、産地と処理の交互作用で 1% の危険率で有意差が認められた。すなわち種子産地のもつ耐凍性の遺伝的性質の発現が、その生育場所の環境条件によって大きく支配されることを意味する結果となった。

育種場と東大では東大の方が耐凍度が一般的に高いが、表-2 に示すように過去 10 年間の生長をみるとすべての産地について東大の方が樹高が高く生育が良好である。育種場での産地別のカラマツ植栽木は全般的に先枯れを受けており、こうした生育状態のちがいが耐凍度に影響を与えているものと考えられる。

各産地カラマツの凍結温度ごとに示された耐凍度指数の平均と各産地の平均樹高との間の相関を求めたところ、育種場、東大双方とも有意性は認められなかった。また東大で 1968 年 10 月 19 日に樹冠全体が緑のものを 0、黄葉している状態のものを 10 として各産地の黄葉進行度を算出した。その結果、東大で示された耐凍度指数と黄葉度との相関には有意性は認められなかった。同様に東大で 1968 年 10 月 31 日にまったく落葉していない状態を 0、樹冠全体が落葉している状態を 10 として落葉進行度を算出したが、耐凍度指数と落葉進行度との相関には有意性は認められなかった。

先枯れについて、育種場で各産地からの植栽木 10 本ずつをランダムに選んで、無被害 (3)、軽被害 (2)、中被害 (1)、激害 (0) の 4 段階に分類してその平均値を先枯抵抗指数とみなし、これと育種場で示された耐凍度

表-2. 各産地からのニホンカラマツの耐凍度と樹高、直径との関係

系 統	産 地 (NO)	-30		-40		-50		-60		樹 高 cm		直 径 cm	
		育種場	東 大	育種場	東 大	育種場	東 大	育種場	東 大	育種場	東 大	育種場	東 大
富 士 系	天 神 峠 (1)	0.31	0.50	0.10	0.55	0.10	0.44	0.08	0.44	560	842	10.7	9.5
	吉 田 三 合 目 (2)	0.21	0.50	0.31	0.54	0.07	0.45	0.15	0.40	509	859	8.8	9.3
	静 岡	0.27	0.38	0.48	0.54	0.20	0.29	0.39	0.30	607	954	9.8	9.1
川 上 系	梓 山 (4)	0.08	0.35	0.19	0.47	0.15	0.27	0.36	0.39	585	953	11.2	9.5
八 ヶ 岳 系	稲 子 (5)	0.41	0.35	0.23	0.51	0.02	0.42	0.02	0.30	639	938	9.9	8.7
	海 の 口 (6)	0.14	0.48	0.17	0.68	0.03	0.46	0.07	0.52	596	832	9.9	8.8
	蓼 科 山 (7)	0.54	0.38	0.44	0.42	0.50	0.35	0.38	0.36	593	892	9.3	9.0
豊 平 (8)	0.70	0.52	0.62	0.50	0.58	0.43	0.56	0.50	586	867	10.9	9.4	
立 沢 低 地 (9)	0.57	0.53	0.50	0.61	0.37	0.48	0.45	0.45	593	944	9.7	9.2	
立 沢 高 地 (10)	0.21	0.46	0.43	0.35	0.27	0.25	0.25	0.34	548	968	8.7	9.3	
南アルプス系	甲 斐 駒 (11)	0.37	0.12	0.43	0.16	0.39	0.23	0.39	0.23	594	885	9.9	8.7
	大 沢 岳 (12)	0.27	0.55	0.06	0.46	0.26	0.37	0.38	0.46	554	845	9.1	9.0
日光、白根系	赤 沼 (13)	0.61	0.62	0.61	0.44	0.38	0.47	0.61	0.52	648	923	10.8	9.0
	野 州 原 (15)	0.27	0.36	0.25	0.56	0.31	0.51	0.29	0.51	579	1000	9.5	9.2
	万 座 (16)	0.05	0.27	0.45	0.28	0.27	0.18	0.36	0.10	625	975	10.2	9.5
北アルプス系	高 瀬 川 (22)	0.22	0.63	0.30	0.73	0.12	0.54	0.21	0.62	423	894	6.0	9.6
木 曾 系	高 木 曾 駒 (23)	0.47	0.53	0.65	0.70	0.39	0.42	0.49	0.49	355	903	5.0	8.7
	御 岳 (24)	0.58	0.46	0.38	0.55	0.44	0.38	0.36	0.42	555	973	8.8	9.0
浅 間 系	沓 掛 (18)	0.35	0.33	0.26	0.34	0.18	0.28	0.25	0.34	508	982	9.3	9.5
	追 分 (19)	0.23	0.34	0.31	0.38	0.25	0.20	0.14	0.30	536	865	10.7	9.5

指数との間の相関を求たところ、1% の危険率で有意性が示された。

緯度、海拔高と耐凍度指数との間にははっきりした傾向は示されなかった。

IV 考 察

結果として産地間差より植栽地間のちがいによって耐凍性がかかなり変動することが示された。SCHEUMANN・SCHÖNBACH⁴⁾ は、1962年から3年間ニホンカラマツの切枝の耐凍度の産地試験を詳細に行なったが、日光や北アルプスのものは南アルプスや富士山のものよりも耐凍度が高いことを明らかにした。この結果は本試験の結果とは必ずしも一致していない。また WRIGHT⁶⁾ はドイツとミシガンでニホンカラマツの産地ごとの実生苗の生長、黄葉度、冬期の寒害による枯死率を報告している。それによると、ドイツの結果とちがってミシガンでは黄葉度と冬の枯死率の間に関係がみられなかった。

一般に林木の耐凍性について同じ遺伝的性質をもつものでも、その生育地の環境条件や施業方法などによって著しく変動することはよく知られている。山部（東大演習林）は野幌（林木育種場）に比べて真冬の最低気温は5°C前後低く、また降霜期間も長く寒さはより厳しい。一方、野幌は冬期は北西、春から秋期にかけて南南西または南西の風が吹き、年平均4.8 m/Sの風速を記録する強風地帯であること、地下水位の高い重粘土地であることのため、カラマツの先枯病が多く生長は一般に不良である。こうした生育条件のちがいのため、東大演習林より育種場の植栽木の方が一般に耐凍度が低くなったと思う。とくに分散分析の結果、産地と植栽地間の交互作用で有意差が示されたが、耐凍性が遺伝的性質と生育地の環境との交互作用によってかなり影響されることを示しているものと考えられる。

また産地間で有意差が示されなかったのは、選ばれた個体数（2母樹）が少なかったことも一つの原因と考えられる。育種場で耐凍度の低かったいくつかの産地産の植栽木が東大では高い耐凍度を示したことは、両者の先枯病でいどもその一原因と考えられるが、これについては再度検討してみる予定である。また豊平、立沢低、赤沼、木曾駒などの各産地のものは、育種場でも東大でも高い耐凍度を示したが、これらの産地のものが育種場のような生育環境のわるい植栽地でも耐凍度が低下しない理由についても、今後検討してみたい。

ニホンカラマツの幼齡木の寒冷地での越冬を制限する

条件は、初冬および晩霜時の冷えこみによる幹の地際近くの凍害と枝の先枯れである。凍害による枝の先枯れ自体は致命的でないが、スギと同様幼齡木の地際におけるつよい凍害は致命的となる⁹⁾。カラマツは3年生までは地際部の形成層はとくに弱い、5年生になると地際部の形成層の耐凍度が高くなるのが特徴である¹⁰⁾。同様なことはグイマツにおいても認められる。ニホンカラマツは生長停止時期が北方性カラマツよりもおそいので、スギと同様初冬の冷えこみによる地際の幹の凍害がもっとも問題になる。しかし厳冬期には3年生のもので-30°Cていどの凍結に耐えるので、凍害は受けにくくなる。その意味からカラマツの産地間の耐凍度を比較する場合には、晩秋と冬の少なくとも2回凍結実験をする必要がある。晩秋の耐凍度を調べれば、それと黄葉度の間には密接な関係が認められるものと思う。なおできれば幼齡木で実験を行なえば、もっとはっきりした傾向が得られるものと思う。こうした問題を解決するためには、国内各地でこの問題を取りあげ総合的な研究を進めることが必要であろう。

引用文献

- 1) 柳沢聡雄：ニホンカラマツの種子の産地のちがいがその苗木の成長周期に及ぼす影響、林試北支年報 1960: 65~69, 1961
- 2) 丸岡富次郎：カラマツ産地別クローンの生育調査、北海道林木育種業務報告 1: 121~127, 1969
- 3) 柳沢聡雄：極東のカラマツからみたニホンカラマツの形態、生態上の特性。北海道の林木育種 12 (2): 2~13, 1969
- 4) SCHEUMANN, W. und SCHÖNBACH, H.: Die Prüfung der Frostresistenz von 25 *Larix leptolepis*-Herkunften eines internationalen Provenienzversuches mit Hilfe von Labor-Prüfverfahren. Arch. Forstw. 17: 597~611, 1968
- 5) SCHÖNBACH, H., BELLMANN, E. und SCHEUMANN, W.: Die Jugendwuchsleistung, Dürre- und Frostresistenz Verschiedener Provenienzen der japanischen Lärche (*Larix leptolepis* Gordon) *Silvae Genet.* 15: 141~192, 1966
- 6) WRIGHT, J. W.: Geographic variation in forest trees, In *Genetics of forest tree improvement*, 133~134, 1962, FAO, Rome
- 7) 酒井 昭：カラマツ属の耐凍性、未発表
- 8) HAMAYA, H., KURAHASHI, A., TAKAHASHI, N. and SAKAI, A.: Studies in Frost-hardiness of the Japanese and the Dahurian Larch and Their Hybrids. *Bulletin of Tokyo Univ. For.* 64: 197~236, 1968
- 9) 酒井 昭：幼木の幹の基部における凍害。低温科学（生物篇）25: 45~57, 1967
- 10) 山根玄一・酒井 昭：冬季における主要造林樹種の樹齡による耐凍性の差。北方林業 242: 144~147, 1969

(1970年7月20日受理)