

トドマツ、エゾマツおよびアカエゾマツ 稚樹の水分經濟に関する二、三の實驗

岡 崎 文 彬

1. 緒 言

トドマツおよびエゾマツの水分生理・生態に関する最近の研究としては田添と加藤のそれをあげ得るが、前者は水度と伸長成長との関係をみたものであり、後者は水度をもつて林木の生活標示となし得るとの考えのもとにトドマツ、エゾマツおよびアカエゾマツの水度の年變化を追及したものである。

筆者はかねてスギにつき、水度および水量の両方面より、それらが成長と如何なる関係があるかを研究してきたのであるが、多數の實驗結果より成長と密接な関係のあるのは、水度、水量のいずれか一方ではなくして、その兩者によつて規定される溶質比であることを確かめたのである。はたしてこの事實が他の樹種についても認められるかどうかは今後の問題であるが、今回はその豫備的研究としてトドマツおよびエゾマツの稚樹について行つた水分經濟に関する實驗結果を報告する。

2. 試料と實驗方法

試料はいずれも昭和17年度東京大學農學部附屬山部演習林から得たトドマツ、エゾマツおよびアカエゾマツの種子を京都大學農學部附屬演習林本部苗畑に播種して成立せしめた稚樹である。

試料木の存立地は長さいずれも約6m、巾約1mをもつ3畝の畑地よりなり、3樹種は群狀に分かれているが、各群間の土壤を多數とつて理學性を調べたところ、各畝の間には差異が樹てがたく、また當然豫測されるところながら氣温、關係湿度には差がなかつた。

加藤(1951)の考え方を飛躍せしめれば、トドマツが他の2つよりも成長のよいことは説明がつくが、エゾマツとアカエゾマツの成長はほぼ同様で、これには各樹種特有の個性のほか、林業品種の問題が關係しているかも知れない。

試料の採取は1950年9月6日(以下單に夏季と記す)と1951年1月23日(以下冬季と記す)の2回で、前者は10—11時、後者は13—14時に、いずれも當年生の針葉を採取した。供試木は夏季にあつては各樹種より3本を選び、各個樹より1組の試料をとつた。また冬季は夏季の結果に鑑み、トドマツとエゾマツに限り、兩樹種とも5本づゝの試料木を選んだ。

滲透濃度は熱殺した細胞より壓搾して得られた細胞液につきマイクロ・ベクマン寒暖計によつてその氷點降下を測る方法により、含水量は別に秤量壺にとつた針葉を $98 \pm 1^\circ\text{C}$ で一晝夜乾燥する方法によつて決定した。前者の表示單位は氣壓であり後者のそれは%である。なお溶質比は $\frac{\pi \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{24.05}$ によつてモル單位で算出し、搾液の化學分析は筆者(1942)が、スギの細胞液に對して用いた方法により、氷點降下決定後直ちに行つた。もつとも夏季の分については糖類のほか、有機酸と2~3の鹽類を測つたが、冬季の分は糖類の定量にとどめた。

3. 實驗結果と論議

實驗結果は全滲透價、含水量、溶質比および化學分析に大別して述べる。

(1) 全滲透價

a) 夏季の分

氷點降下度より過冷却補正および温度補正を行つて算出した 20°C における滲透價はつぎのとおりである (單位氣壓)。

樹種 稚樹番號	トドマツ	エゾマツ	アカエゾマツ
1	16.3	18.2	18.9
2	18.2	15.8	19.0
3	18.6	16.9	16.9

さて上の數値から 3 樹種の滲透價に差があるといえるかどうかを検定するわけであるが計算の結果 $F=0.88$, $P_r\{F>0.88\}_{n_1=2, n_2=6}^{n_1=2} \gg 0.50$ となり, 3 樹種間に有意の差は認められない。

b) 冬季の分

樹種 稚樹番號	トドマツ	エゾマツ
1	25.7	27.2
2	23.8	27.4
3	27.1	30.5
4	24.2	26.6
5	24.7	29.1

計算の結果 $F=10.8$, $P_r\{F>10.8\}_{n_1=1, n_2=8}^{n_1=1} < 0.05$. 従つて兩樹種の滲透價には差があると言える。加藤が行つた季節變化をみるにトドマツ, エゾマツおよびアカエゾマツの滲透價は夏季においては著しい差がなく, 冬季にはトドマツがエゾマツ, アカエゾマツよりも相當高い。しかるに筆者の實驗では冬季トドマツとエゾマツに差があるが加藤の結果とは反對にエゾマツの方が高かつたのである。加藤の測

定個數は各回各樹種 1 個のようであるが, 1, 2, 3 月ともトドマツが他の 2 つより相當高かつたから, トドマツの滲透價が他よりも高いといえるのであろう。また筆者の結果からは明らかにエゾマツがトドマツよりも高いと言明出来るのであつてこの相反する結果を生んだ原因としてまず想像されるのは兩者の立地が全然異なることであるが, なおそれが解決は他日の追試をまたねばならない。

(2) 含水量

a) 夏季の分

樹種 稚樹番號	トドマツ	エゾマツ	アカエゾマツ
1	164	129	116
2	150	121	112
3	134	119	125

(單位%)

上の數値を見るにトドマツが他の 2 つより含水量が特に大であるようであるから, まずトドマツとエゾマツを比較する。なお豫め分散の檢定を行つたが, $P_r\{F>8.3\}_{n_1=2, n_2=2}^{n_1=2} \gg 0.05$ で分散の差が認められなかつたので上の數値からトドマツとエゾマツの平均値の差の檢定

を行つて差支えないことがわかつた。

さて計算の結果 $F=74$, $P_r\{F>74\}_{n_1=1, n_2=4}^{n_1=1} \ll 0.05$ でトドマツとエゾマツとの含水量には差のあることが判つた。

つぎにエゾマツとアカエゾマツとでは差があるかないかをみると $F=1.17$, $P_r\{F>1.17\}_{n_1=1, n_2=4}^{n_1=1} > 0.05$ で兩者の間には有意の差が見られない。

b) 冬季の分

樹種 稚樹番號	トドマツ	エゾマツ
1	73	78
2	101	70
3	84	96
4	77	93
5	70	102

計算の結果 $F=1.4$, $P_r\{F>1.4\}_{n_1=8, n_2=1}^{n_1=8} \gg 0.05$ で兩者の間には有意の差がみられない。

(3) 溶質比

a) 夏季の分

計算の結果 $F = 11.2, P_r\{F > 11.2\}_{\substack{n_1=2 \\ n_2=6}} < 0.01$.
よつて 3 樹種の溶質比の平均値間には有意の差があると言える。

樹種 稚樹番號	樹種		
	トドマツ	エゾマツ	アカエゾマツ
1	1.11	0.98	0.91
2	1.14	0.79	0.88
3	1.04	0.84	0.88

つぎにどの樹種間に差があるかをみるため任意の 2 つについて t-テストによる平均値の比較検定を行うべきであるが、エゾマツとアカエゾマツは平均値が近似しており、しかも後者の方が大であるから、トドマツとアカエゾマツとの間に差があれば、トドマツとエゾマツとの差も有意であるということになる。従つてトドマツとアカエゾマツ、エゾマツとアカエゾマツの 2 組について検定を行えばよいわけである。

単位モル

まず前者についての計算の結果 $F = 41.6, P_r\{F > 41.6\}_{\substack{n_1=1 \\ n_2=4}} < 0.01$ となり、トドマツとアカエゾマツ——従つて必然的にトドマツとエゾマツ——の溶質比には 1% の危険率をもつて有意の差があると結論出来るのである。

また後者についての計算の結果は $F = 1.21, P_r\{F > 1.21\}_{\substack{n_1=1 \\ n_2=4}} > 0.05$ となり、エゾマツとアカエゾマツの溶質比の平均値間の差は有意と言えない。

b) 冬季の分

この場合も両者の分散に有意の差があるやに見受けられるので、まず分散の検定を行つたが $F = 2.5, P_r\{F > 2.5\}_{\substack{n_1=4 \\ n_2=4}} > 0.05$ となり、両者の分散には差があると認められない。よつて平均値の差の検定を行い得るが、計算の結果 $F = 4.1, P_r\{F > 4.1\}_{\substack{n_1=1 \\ n_2=8}} > 0.05$. 従つて両者の間には差があると言ひ切れないのである。

樹種 稚樹番號	樹種	
	トドマツ	エゾマツ
1	0.78	0.88
2	1.00	0.80
3	0.95	1.22
4	0.77	1.03
5	0.72	1.23

(4) 細胞液の分析

細胞液の化学分析結果はつぎの 2 つの表に示すとおりである (単位はいずれも 1 cc 中の mg 数)。

・ 搾液中の各溶質量 (夏季の分)

溶質	樹種									
	トドマツ			エゾマツ			アカエゾマツ			
	稚樹番號	1	2	3	1	2	3	1	2	3
単糖類		12.10	29.40	36.60	19.65	11.60	19.55	32.80	26.40	32.24
二糖類		6.94	21.09	16.15	20.95	27.65	24.84	18.15	22.14	8.61
有機酸		4.99	4.76	1.39	4.62	1.34	1.29	5.02	5.92	5.96
鹽化ナトリウム		—	0.69	0.69	0.73	0.60	0.57	0.76	0.76	0.76
鹽化カルシウム		—	1.40	0.48	1.15	—	0.18	0.97	0.60	1.33

缺測値は液量不足に因るものである。

搾液中の糖類 (冬季の分)

糖類	樹種										
	トドマツ					エゾマツ					
	稚樹番號	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
単糖類		57.50	67.40	60.00	55.34	63.50	41.20	42.00	40.46	34.54	42.10
二糖類		44.94	37.44	46.18	49.38	39.96	60.62	72.20	87.16	59.90	67.54

上の数字のうち特に興味のあるのは冬季においてトドマツが単糖類を多く含むに對し、エゾマ

ツが二糖類を多く含んでいる事實である。すなわちトドマツの細胞液がエゾマツのそれよりも單糖類を多く含むことは0.1%の危険率をもつて、また逆に二糖類の少ないことは1%の危険率をもつて言明出来る。

糖類の含有量が冬季に著しく増大することは多くの植物について沿く認められており筆者のスギに関する研究においても明らかにされたが、トドマツ、エゾマツもその例に洩れるものではない。

しからはこれが滲透價に關與する程度はどれぐらいか。糖類については WALTER (1936) の表、それ以外の溶質に關しては著者自ら作成した圖表によつて滲透價を求めたところ、つぎの2つの表が得られた(表中滲透價の單位は氣壓、括弧内の數字はその全滲透價に對する%である)。

各種溶質によつて示さるべき滲透價と全滲透價に對するその比率(夏季の分)

樹種 稚樹番號	トドマツ			エゾマツ			アカエゾマツ		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
單糖類によつて示さるべき滲透價とその%	1.62 (9.9)	4.06 (22.3)	5.10 (27.4)	2.65 (14.6)	1.56 (9.9)	2.64 (15.6)	4.56 (24.1)	3.62 (19.1)	4.45 (26.3)
二糖類によつて示さるべき滲透價とその%	0.49 (3.0)	1.51 (8.3)	1.15 (6.2)	1.43 (7.9)	1.99 (12.6)	1.79 (10.6)	1.29 (6.8)	1.58 (8.3)	0.60 (3.6)
全糖類によつて示さるべき滲透價とその%	2.11 (12.9)	5.57 (30.6)	6.25 (33.6)	4.08 (22.4)	3.55 (22.5)	4.43 (26.2)	5.85 (31.0)	5.20 (27.4)	5.05 (29.9)
有機酸によつて示さるべき滲透價とその%	0.92 (5.6)	0.86 (4.7)	0.25 (1.3)	0.85 (4.7)	0.24 (1.5)	0.24 (1.4)	0.92 (4.9)	1.08 (5.7)	0.96 (5.7)
鹽化ナトリウムによつて示さるべき滲透價とその%	—	0.50 (2.7)	0.50 (2.7)	0.53 (2.9)	0.43 (2.7)	0.41 (2.4)	0.54 (2.9)	0.54 (2.8)	0.54 (3.2)
鹽化カルシウムによつて示さるべき滲透價とその%	—	0.66 (3.6)	0.22 (1.2)	0.52 (2.9)	—	0.08 (0.5)	0.46 (2.4)	0.28 (1.5)	0.62 (3.7)
全糖類有機酸鹽化ナトリウム、鹽化カルシウムの合計によつて示さるべき滲透價とその%		7.59 (41.7)	7.22 (38.8)	5.98 (32.9)		5.16 (30.5)	7.77 (41.1)	7.10 (37.4)	7.17 (42.4)

糖類によつて示さるべき滲透價と全滲透價に對するその比率(冬季の分)

樹種 稚樹番號	トドマツ					エゾマツ				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
單糖類によつて示さるべき滲透價とその%	8.14 (31.7)	9.62 (40.4)	8.49 (31.3)	7.81 (32.3)	9.02 (36.5)	5.77 (21.2)	5.88 (21.5)	5.65 (18.5)	4.80 (18.0)	5.89 (20.2)
二糖類によつて示さるべき滲透價とその%	3.27 (12.7)	2.71 (11.4)	3.36 (12.4)	3.61 (14.9)	2.90 (11.7)	4.46 (16.4)	5.37 (19.6)	6.57 (21.5)	4.41 (16.6)	5.01 (17.2)
全糖類によつて示さるべき滲透價とその%	11.39 (44.3)	12.33 (51.8)	11.85 (43.7)	11.42 (47.2)	11.92 (48.3)	10.23 (37.6)	11.25 (41.1)	12.22 (40.1)	9.21 (34.6)	10.90 (37.5)

トドマツ、エゾマツともに冬季は夏季よりも滲透價が高いが、しかも糖類の増加の割合はさらに甚しく、それは上の2表の數字(%)に明瞭に示されている。すなわち夏季2~3割程度であつたものが冬季にはトドマツでは4~5割、エゾマツでは3~4割に増大しているのである。この事實は筆者が多數のスギについて行つた實驗結果についても認められたところであるが、スギとトドマツ、エゾマツとの著しい違いはスギにあつては特に冬季において二糖類の占める割合が極めて小さかつたに對し、トドマツ、エゾマツにおいては二糖類の占める割合が大であり、エゾマツに至つては單糖類と二糖類がほぼ同じ割合、概數で言えば全滲透價のそれぞれ2割程度を擔當していることである。

細胞液中の糖類が氣温の下降とある程度平行して増加するとすれば、トドマツ、エゾマツの天然分布地である北海道にあつては糖類が冬に本實驗の示した値以上に増加することが考えられ、

これが耐寒上に重要な役割をなすであろうことが推測せられるもこれまた将来の研究をまつて明らかになるべきもの一つであろう。

糖類以外の溶質をみるに樹種と個體により相當の差があるらしく見えるが、いずれも數%にすぎず、しかもスギでは糖類とは反對にそれらが全滲透價に與かる比率は冬季ではいつそう少なかった事實に鑑み、冬季の分に對しては分析を行わなかつたのである。

糖類に匹敵すると考えられる鹽化ナトリウム、鹽化カルシウム以外の鹽類の消長は興味があるが、液量不足のためその測定は不可能であつた。

4. 摘 要

トドマツ、エゾマツ（アカエゾマツ）の稚樹について夏季と冬季の2回、當年生針葉の細胞液の滲透濃度、含水量、溶質比を測定し、さらに細胞液については溶質の化學分析を行つたところ、つぎの事實が明らかとなつた。

(1) 全滲透價については夏季はトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの間に差は認められないが、冬季にあつてはエゾマツはトドマツよりも高い。

(2) 含水量は夏季トドマツがエゾマツよりも大であるが（たゞしエゾマツとアカエゾマツとは差が認められない）、冬季には有意の差が認められない。

(3) 溶質比に關しては夏季においてトドマツがエゾマツおよびアカエゾマツよりも大であるが（たゞしエゾマツとアカエゾマツとの間には差が認められない）、冬季には有意の差が認められない。従つて溶質比は滲透價よりも含水量と似た傾向を示すと言える。

(4) 溶質の分析の結果より、トドマツ、エゾマツともに糖類が夏季よりも冬季において著しく増加することが判つたが、トドマツでは冬季單糖類が多く、滲透價上昇に與かるところ大なるに對し、エゾマツは二糖類が多く、單糖類同様の程度に滲透價の上昇に與かつていることがわかつた。

文 獻

- 佐藤綱太郎、岡崎文彬及柴田信男 (1943): 日本林學會誌 XXIV ○WALTER, H. (1936): Ber. d. deutsch. bot. Ges. 54 ○田添元 (1951): 日本林學會誌 XXXIII ○加藤亮助 (1951): 日本林學會誌 XXXIII

Some hydro-physiological properties of seedlings of TODOMATSU (*Abies Mayriana* MIYABE et KUDO), EZOMATSU (*Picea jezoensis* CARR.) and AKAEZOMATSU (*Picea Glehnii* MAST.)

Summary

For the purpose of obtaining information on the hydro-physiological behavior, determinations of osmotic value, moisture content, solute ratio, and analyses of cell sap in leaves were made on seedlings of TODOMATSU and EZOMATSU. Points observed in this study are as follows:

1. The difference in osmotic value between TODOMATSU, EZOMATSU, and AKAEZOMATSU was not significant in summer, while the osmotic value in TODOMATSU was higher than in EZOMATSU in winter.

2. Moisture content in leaves of TODOMATSU was higher than in those of EZOMATSU and AKAEZOMATSU in summer, while in winter no significant difference was seen.

3. Solute ratio calculated from osmotic value and moisture content showed a similar tendency as the moisture content.

4. The absolute amount of sugar and the percentage of osmotic value represented by it for both of TODOMATSU and EZOMATSU were higher in winter than in summer. In TODOMATSU however, the increment of monosaccharide in winter was especially remarkable, while in EZOMATSU that of disaccharide in the same season was conspicuous.