



Title	北海道の造林対象樹10種の化学的性質と硫酸塩パルプ
Author(s)	川瀬, 清; KAWASE, Kiyoshi; 氏家, 雅男 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 20(1), 239-255
Issue Date	1959-07
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20777
Type	departmental bulletin paper
File Information	20(1)_P239-255.pdf



北海道の造林対象樹10種の 化学的性質と硫酸塩パルプ

川 瀬 清
氏 家 雅 男
戸 坂 圀 夫

Chemical Properties of Some Woods
and the Sulphate Pulps

By

Kiyoshi KAWASE, Masao UJIE
and Kunio TOSAKA

目 次

	頁
序 言	240
I. 成分組成, 容積重, 熱量および繊維長	240
1. 試料および実験方法	240
2. 結 果	241
A. 成分組成	241
B. 容積重および熱量	244
C. 繊 維 長	245
D. 考 察	247
II. 硫酸塩パルプ	248
1. 実 験 方 法	248
2. 結 果	249
A. 収 量	249
B. パルプの組成	251
C. 紙力試験	251
D. 考 察	252
結 言	252
参 考 文 献	253
Summary	254

川 瀬 清 北海道大学農学部林産学科 助教授
氏 家 雅 男 北海道大学農学部林産学科 助手 農学修士
戸 坂 圀 夫 北海道大学大学院農学研究科 農学修士

序 言

いわゆる林力増強計画なるものが北海道の国有林を中心にして建てられ、すでに実行に移されている。造林の立場からするといろいろな問題が沢山あつて、日本林学会北海道支部においてもすでに2回にわたつて取り上げられ、検討されているが、国民経済的な考え方を一応度外視すると、林業が自然のもつ炭素固定の力を最高度に発揮させることを考えながら利潤を追求するということは、林産化学の立場からみると望ましい方向にむいたと考えなければならない。質より量という考え方は、決して質を無視する考え方ではない。木材を化学的にみれば特殊の例外はあるにしても、これを大きく2つの群に分けることができ、これら2つの群すなわち針葉樹と広葉樹の中では樹種別の相違はさしたる大きな問題とはならないから、化学的にはいわゆる質を考慮する必要が小さく、量のみを考えればよいともいえるからである。したがつて造林技術のゆるす範囲内でいずれの木材が量産されようともその量のみ、ことに重量のみが問題となるわけである。しかし木材資源の不足と、これを補うことのできる造林技術の未発達を考えれば、木材の利用はたとえわずかの性質の相違であつても、これを生かして高度の集約化をはからなければならないことは現在のわれわれ林産学を専攻する者のつとめである。このような考え方に立つて、北海道においてすでに造林の対象樹としてとりあげられているカラマツやトドマツをはじめとして、今後生産される可能性のある樹種の中からトドマツ、アカエゾマツ、カラマツ、ストロブマツ、バンクスマツの5針葉樹、シラカバ、ヤチダモ、ドロノキ、ポプラ、ニセアカシヤの5広葉樹をえらび、これの化学的組成、熱量、容積重を明らかにするとともに、これから硫酸塩法でパルプを造り、その性質をも究明した。

筆者等のこの報告を発表する目的は、単に特殊な興味ある分野を深く究明することにあるのではなくて、一部造林実行者の間で不安とされているこれら造林樹種の利用価値の問題を、化学的利用の立場から具体的に示すことにもある。こうすることによつて造林実行者が安心して事業に従事できるための助けとなれば幸と考えるからである。

この実験を行うにあたり、試料の提供をされた北大演習林ならびに紙力試験の便宜をはかれた北日本製紙株式会社研究部に対し心から謝意を表する。

I. 成分組成、容積重、熱量および繊維長

1. 試料および実験方法

実験に用いた試料の樹高、胸高直径、産地を示すとつぎのようである。

樹 種	樹 高 (m)	胸高直径 (cm)	産 地
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i> FR. SCHM.	20	38	北大天塩第一演習林幌加事業区
アカエゾマツ <i>Picea Glehnii</i> MAST.	26	40	北大天塩第二演習林奥地事業区 第 37 林班
カラマツ <i>Larix Kaempferi</i> SARG.	9	15	北大構内実験苗圃
ストロブマツ <i>Pinus strobus</i> L.	13	23	北大苫小牧演習林幌内事業区 第 32 林班
バンクスマツ <i>Pinus banksiana</i> LAMB.	13	19	北大苫小牧演習林幌内事業区 第 17 林班
シラカバ <i>Betula platyphylla</i> SUKATCH.	13	19	北大苫小牧演習林幌内事業区
ドロノキ <i>Populus Maximowiczii</i> A. HENRY	12	20	北大天塩第一演習林上音威子府 事業区第 9 林班
ポプラ <i>Populus nigra</i> L.	13	25	北大構内第一農場
ヤチダモ <i>Fraxinus mandshurica</i> RUPR. var. <i>japonica</i> MAXIM.	17	20	北大苫小牧演習林幌内事業区 第 32 林班
ニセアカシヤ <i>Robinia pseudacacia</i> L.	—	25	札幌市停車場通並木約 30 年生

このうちアカエゾマツとドロノキは、里中聖一氏が採取分析をした残部を実験に供した。またカラマツは沢田豊、和田正三両君が卒業論文の試料として用いたもので、この試料の分析値はともにその結果をそのまま用いた。

以上の試料を小型丸鋸を用いて細粉化し、木材分析は当教室で行っている常法⁵⁾によつて行つた。容積重の値は繊維飽和点における容積と絶乾の重量を用いて出したものである。発熱量は風乾状態の 80 メッシュ以下の細粉 1 g を用い、BERTHELOT-MAHLER 式熱量計によつて酸素の圧力 20 kg/cm² 下で点火して測定した。また繊維長は常法⁷⁾によつて分離した繊維を、万能投影器にかけて針葉樹は 20 倍、広葉樹は 50 倍に拡大して測定した。

2. 結 果

A. 成分組成

木材分析の結果を表示すると第 1 表のようである。これを既往の分析値^{1), 4), 5), 9), 10), 11), 12), 13), 15)}を参考にして検討すると次のようなことがいえる。

灰分: 灰分は針葉樹ではストロブマツの 0.50% からバンクスマツの 0.18% の間にあり、広葉樹はニセアカシヤの 0.74% とシラカバの 0.10% の間にあつて、樹種間の差は小さい。

第1表 試料原木の組成、熱量、容積重および繊維長 (%)

樹種	灰分	抽出物				セル ローズ	ホ セ ロ ス	全ペ ン ト ザ ン	リグ ニ ン	熱量 (cal)	容積重	繊維長 (mm)	
		アル コ ー ル ベ ン ゼ ン	冷水	温水	1% NaOH								
針 葉 樹	トドマツ	0.30	2.08	1.82	3.06	13.29	59.14	74.58	11.88	28.01	4860	0.35	3.06
	アカエゾマツ	0.42	0.	0.70	2.27	13.97	59.91	80.62	13.69	27.26	4870	0.43	3.52
	カラマツ	0.29	2.86	2.34	7.26	19.33	49.77	64.69	11.79	31.61	4910	0.36	2.74
	ストロブマツ	0.50	6.07	3.30	5.71	17.55	53.16	70.38	12.04	29.29	4960	0.29	3.14
	バンクスマツ	0.18	2.45	1.61	2.92	15.46	56.36	74.93	11.93	28.02	4900	0.43	2.72
広 葉 樹	シラカバ	0.19	1.74	1.27	1.80	19.88	58.43	81.07	25.20	20.10	4620	0.50	0.97
	ドロノキ	0.57	2.33	1.89	2.99	20.09	63.62	81.11	22.27	21.45	4740	0.38	0.96
	ポプラ	0.68	2.94	1.66	4.20	21.50	57.40	78.25	22.10	23.93	4730	0.33	0.80
	ヤチダモ	0.62	1.20	2.71	3.69	22.99	57.33	79.92	22.82	21.12	4640	0.57	1.07
	ニセアカシヤ	0.74	5.02	2.29	6.39	20.64	53.44	79.61	23.34	19.08	4630	0.59	0.95

アルコール・ベンゼン抽出物: ストロブマツの6.07%とアカエゾマツの0%の間にあつて、ストロブマツが目立つて多い。北大苫小牧演習林産のストロブマツにこの抽出物の多いことは最近の分析値^{11,12)}からも明らかであつて、ストロブマツの特性といふことができる。これについて宮島⁹⁾はヤニが多いと表現している。このように北大苫小牧演習林産のものはいずれも高い値を示しているが、産地のことなる他の材の分析値⁹⁾の中にはかならずしも高くないものもある。アカエゾマツは既往の報告^{9),10)}によると4.90~2.23%であつて抽出量は多くないが、ここに用いた0%はとくに少ない場合の特例と考えられる。広葉樹ではニセアカシヤの5.02%とヤチダモの1.20%の間にあつて、ニセアカシヤの高い値が目立つている。この値は広葉樹の他の分析値⁹⁾と比較しても高い方に属する。

冷水抽出物: 針葉樹ではストロブマツの3.30%とアカエゾマツの0.70%の間にあり、また広葉樹ではヤチダモの2.71%とシラカバの1.27%の間にあつていずれも樹種間の差は小さい。

温水抽出物: 針葉樹ではカラマツの7.26%とアカエゾマツの2.27%の間にあり、そのうちカラマツとストロブマツの5.71%は高く、中でも7.26%と高いカラマツの値は既往の分析値^{9),10),12)}ともその傾向は一致しており、温水抽出物の多いのはカラマツの特性といふことができる。また広葉樹ではニセアカシヤの6.39%とシラカバの1.80%の間にあつて大差はみられないが、ニセアカシヤの6.39%は広葉樹の中では比較的高い値といふことができる。

1% NaOH 抽出物: 針葉樹ではカラマツの19.33%とトドマツの13.29%の間にあり、カラマツの19.31%とストロブマツの17.55%はかなり高く、最近の分析値¹²⁾も同様の傾向を示しているが、針葉樹全般⁹⁾からすればかならずしもとくに高い値とはいひがたい。

さらに広葉樹ではヤチダモの 22.69% とシラカバの 19.88% の間にあつてその差は小さい。

抽出物全体についてみると、含有率の高いものにはカラマツ、ストロブマツ、ニセアカシヤがあり、低いものにはトドマツ、アカエゾマツ、パンクスマツ、シラカバがあるが、広葉樹の間ではニセアカシヤのアルコール・ベンゼン抽出物および温水抽出物が比較的多いのをのぞけば一般にその差は小さいといえる。

セルロース (Cross-Bevan セルロース): 針葉樹ではアカエゾマツの 59.91% とカラマツの 49.77% の間にあり、アカエゾマツ⁵⁾ とトドマツは既往の数値⁶⁾ よりやや高いが、最近の分析とほぼ同様である。一方カラマツは低い値を示しているが、カラマツのセルロース含有率の低いことは最近の北海道産材の分析値^{4),5),12)} の傾向とも一致しており、セルロース含有率の低いことはカラマツの特性とみることができる。また広葉樹はドロノキの 63.62% とヤチダモの 57.33% の間にあつてその差は小さいが、ドロノキのセルロース含有率の高いことは既往の分析値⁷⁾ と一致する。

ホロセルロース: ホロセルロース分析の行われはじめたのは最近であつて、その分析例は少なく、十分な比較検討はできない。その傾向はセルロースとほぼ一致しており、針葉樹ではアカエゾマツの 80.62% とカラマツの 64.69% の間にあつて、アカエゾマツが高く、カラマツはとくに低い値を示している。また広葉樹ではドロノキの 81.11% とポプラの 78.25% の間にあつてその差は小さく、樹種による相違はセルロースの場合と同様、ほとんどみることはいできない。

ペントザン: 針葉樹ではアカエゾマツの 13.69% とカラマツの 11.79% の間にあつて樹種間の差は小さい。また広葉樹においてもシラカバの 25.20% とポプラの 22.10% の間にあつてシラカバがやや高いが樹種間の差は小さく、針葉樹の場合と同様の傾向を示している。

リグニン: 針葉樹ではカラマツの 31.61% とアカエゾマツの 27.26% の間にあつて、樹種間の差は小さく、カラマツの 31.61% はやや高く、最近の分析値にも同様高い値²⁾ を示すものがあるが、そうでないもの^{3),7)} もあつて、かならずしもカラマツの特性とはいいがたない。また広葉樹ではポプラの 23.93% とニセアカシヤの 19.08% の間にあつて、樹種間の差は小さく、針葉樹と同様であつた。

以上の成分組成を通じてみると、利用上とくに注目し値する性質としては、ストロブマツとカラマツがともに抽出成分が多く、これに反して現在主な利用の対象となつているセルロースやホロセルロースの含有率が低いことである。これは成分組成上からみると両樹種の利用上の欠点といわれるべき点である。その他の点については特筆すべきものは見当たらない。なお分析値の中でホロセルロースとリグニンの和がわずかに 100 をこえているが、分析については細心の注意をはらつていたので、その原因についてはくわしく検討

を要する。

B. 容積重および熱量

木材を化学的に利用する場合に、原木の価値をきめるのにもつとも適切な規準は、その中に含まれている成分の重量である。いまそれぞれの材の生材1m³中に含まれる成分の重量を容積重と成分組成から算定すると第2表のようである。

第2表 原木一定容積中の成分含有量および熱量

樹種	セルロース		ホロセルロース		全ペントザン		リグニン		熱 量	
	kg/m ³	比率	kg/m ³	比率	kg/m ³	比率	kg/m ³	比率	10 ³ Cal/m ³	比率
トドマツ	20.70	100	26.10	100	4.16	100	9.80	100	1700	100
アカエゾマツ	25.76	124	34.67	133	5.89	142	11.72	120	2090	123
カラマツ	17.92	87	23.29	89	4.24	102	11.38	116	1768	104
ストロブマツ	15.42	74	20.41	78	3.49	84	8.49	87	1440	85
バンクスマツ	24.23	117	32.22	123	5.15	124	12.05	123	2110	124
シラカバ	29.22	100	40.54	100	12.60	100	10.05	100	2310	100
ドロノキ	24.18	83	30.82	76	8.46	67	8.15	81	1800	78
ポプラ	18.94	65	25.82	64	7.29	58	7.90	79	1560	68
ヤチダモ	32.68	112	45.55	112	13.01	103	12.04	120	2650	115
ニセアカシヤ	34.48	118	46.97	116	13.77	109	11.26	112	2730	118

またこの表には針葉樹を北海道における代表的樹種であるトドマツを100として、それぞれの樹種のこれに対する比率を算し、さらに広葉樹ではシラカバを100として同様比率を算定した結果も同時に示した。これによると、たとえば現在ひろく利用の対象となつてい
るセルロースについてみると、針葉樹では1m³当りトドマツでは20.70kgであつて、これを100とした各樹種別の数値はそれぞれアカエゾマツ124、バンクスマツ117、カラマツ87、ストロブマツ74の順となつていて、アカエゾマツ、バンクスマツ、はトドマツよりやや高い値を示しているが、カラマツとストロブマツは低い。カラマツとストロブマツは含有率が低いが、その上ストロブマツは容積重がきわめて小さいので非常に低い値を示して、5種類の針葉樹のうちではもつとも低い含有量となつている。したがつてこれを規準にしてその価値をきめるとアカエゾマツ、バンクスマツ、トドマツ、カラマツ、ストロブマツの順となる。ただここで考えなければならないことは、容積重の大きさ⁸⁾は北海道において生育したバンクスマツとストロブマツは、原産地のものにくらべて10%以上小さいといわれ、またカラマツは生長の度合、すなわち年輪幅によつて大きく変動するため、年輪幅の広い若い木と生長のおそくなつた木との間に相当のひらきができ、重量生長量を考えに入れないと真の価値は論じられない。筆者等の用いた材は年輪幅の広いものであつて、その値は既往のそれ^{5),9)}よりは低くなつている。

さらに広葉樹についてみると、 1 m^3 当りシラカバでは 29.22 kg であつて、これを 100 とした各樹種別の数値はそれぞれニセアカシヤ 118, ヤチダモ 112, ドロノキ 83, ポプラ 65 の順となつていて、ニセアカシヤとヤチダモはシラカバよりも高く、ドロノキとポプラは非常に低い値を示している。したがつて針葉樹と同様にしてこれを価値づければ、ニセアカシヤ、ヤチダモ、シラカバ、ドロノキ、ポプラの順となる。この傾向はホロセルローズ、全ペントザンについても、針葉樹ではほぼ一致し、その順位は広葉樹ではまったく一致している。

また熱量は第 1 表に示されているように、針葉樹ではストロブマツの 4960 cal とトドマツの 4860 cal の間にあつて樹種の相違による差は小さく、広葉樹ではドロノキの 4740 cal とシラカバの 4620 cal の間にあつて針葉樹と同様に樹種の相違による差は小さい。この結果は北海道の主要樹種の熱量について発表されている結果¹²⁾と一致している。さらに熱量を木材 1 m^3 当りに換算した値を第 2 表に示したが、これによると針葉樹ではカラマツの $2310 \times 10^3\text{ Cal}$ とストロブマツの $1440 \times 10^3\text{ Cal}$ の間にあり、トドマツを 100 とした比率をみるとバンクスマツは 124, アカエゾマツは 123 と近い値を示してトドマツより高く、カラマツは 104 とトドマツとの差が小さく、ストロブマツは 85 と低い値を示している。一方広葉樹についてみると 1 m^3 当りの熱量はニセアカシヤの $2730 \times 10^3\text{ Cal}$ とポプラの $1560 \times 10^3\text{ Cal}$ の間にあり、シラカバを 100 とした比率も他の成分の場合に類似し、その順位はまったく一致している。針葉樹は薪炭材として使用することは比較的少ないが、広葉樹の場合は現在でもかなり多く、この価値をこの数値から判断すれば、ニセアカシヤとヤチダモが類似して高く、シラカバがこれにつき、ドロノキとポプラは非常に低い。この結果から、木材の薪炭材としての価値はその含有成分の含有率にほとんど影響されることなく、容積重の大きいものほど高いといふことができる。

C. 繊維長

繊維長⁹⁾も成分組成と同じく多少の例外はあるが、針葉樹と広葉樹の相違はあつてもその中で樹種別の相違は少ない。ここで測定した 10 種類の材についてもまったく同様であり、第 1 表の平均繊維長によると針葉樹ではアカエゾマツの 3.52 mm とバンクスマツの 2.72 mm の間にあり、広葉樹ではヤチダモの 1.07 mm とポプラの 0.80 mm の間にある。この測定値を長さの範囲別にくわしく示したものが針葉樹が第 3 表、広葉樹が第 4 表でありさらにこれらをまとめて図示すると第 1 図のようである。これによるとアカエゾマツは広い範囲にわたつて分布しているが長いものが多く、バンクスマツは短いものが目立つて多い。また平均繊維長の 3 mm 以上のものは、山が長さの範囲の中心ないしそれより長いところにあり、 3 mm 以下のものは中心より短いところにある。また広葉樹についてみると、繊維長の大きいヤチダモはアカエゾマツに似た分布を示し、短いポプラはバンクスマツの

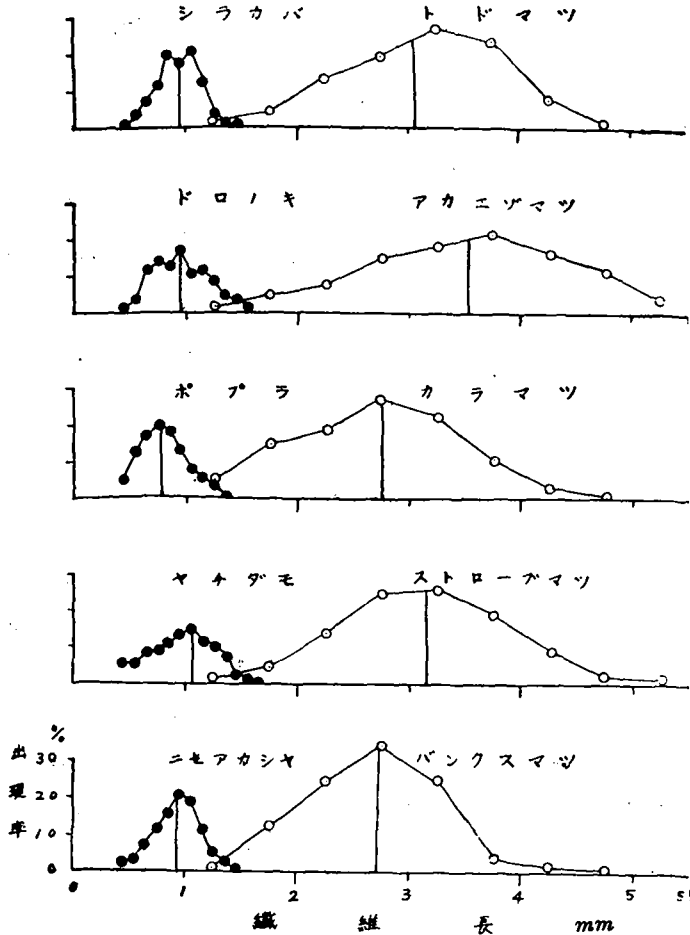
第3表 織維長 (針葉樹)

樹種 長さの 範囲 (mm)	トドマツ		アカエゾマツ		カラマツ		ストロブツ マ		バンクスマツ		
	本	%	本	%	本	%	本	%	本	%	
1~1.5	7	1.4	8	1.6	22	4.4	8	1.6	5	1.0	
~2.0	23	4.6	24	4.8	72	14.4	24	4.8	61	12.2	
~2.5	68	13.6	38	7.6	93	18.6	69	13.8	119	23.8	
~3.0	99	19.8	75	15.0	135	27.0	122	24.4	167	33.4	
~3.5	137	27.4	90	18.0	110	22.0	127	25.4	122	24.4	
~4.0	121	24.2	106	21.2	53	10.6	94	18.8	19	3.8	
~4.5	43	8.6	82	16.4	14	2.8	44	8.8	6	1.2	
~5.0	2	0.4	58	11.6	1	0.2	9	1.8	1	0.2	
~5.5	0	0	19	3.8	0	0	3	0.6	0	0	
合計	500	100	500	100	500	100	500	100	500	100	
織維長	平均 (mm)	3.06		3.52		2.74		3.14		2.72	
	最大 (mm)	4.75		5.40		4.65		5.30		4.10	
	最小 (mm)	1.20		1.15		1.00		1.10		1.10	

第4表 織維長 (広葉樹)

樹種 長さの 範囲 (mm)	シラカバ		ドロノキ		ポプラ		ヤチダモ		ニセアカシヤ		
	本	%	本	%	本	%	本	%	本	%	
0.4~0.5	4	0.8	7	1.4	22	4.4	27	5.4	14	2.8	
~0.6	17	3.4	19	3.8	61	12.2	27	5.4	18	3.6	
~0.7	36	7.2	59	11.8	84	16.8	43	8.6	35	7.0	
~0.8	58	11.6	70	14.0	97	19.4	45	9.0	58	11.6	
~0.9	100	20.0	64	12.8	89	17.8	56	11.2	77	15.4	
~1.0	88	17.6	86	17.2	62	12.4	66	13.2	102	20.4	
~1.1	105	21.0	51	10.2	36	7.2	74	14.8	94	18.8	
~1.2	62	12.4	57	11.4	28	5.6	56	11.2	57	11.4	
~1.3	21	4.2	42	8.4	18	3.6	50	10.0	27	5.4	
~1.4	5	1.0	23	4.6	3	0.6	37	7.4	13	2.6	
~1.5	4	0.8	16	3.2	0	0	11	2.2	5	1.0	
~1.6	0	0	6	1.2	0	0	7	1.4	0	0	
~1.7	0	0	0	0	0	0	1	0.2	0	0	
合計	500	100	500	100	500	100	500	100	500	100	
織維長	平均 (mm)	0.97		0.96		0.80		1.07		0.95	
	最大 (mm)	1.50		1.60		1.34		1.62		1.50	
	最小 (mm)	0.48		0.42		0.40		0.40		0.40	

図に似ており、他の3者は長さの範囲の中心近くに山がある。これら樹種の相違による差はほとんど問題とするにたらないものと考えられ、製紙用原料としての価値に大差ないものと考えられる。



第1図 繊維長の分布と平均

D. 考察

現在の木材の化学的処理の大部分を占めるものはパルプ化であり、利用の目的となる成分はセルロースを主体とする炭水化物である。この点に立つてここで問題にした10種類の木材について考えると、成分組成から見た場合は針葉樹ではセルロースとホロセルロースの含有率の高いアカエゾマツが最高としてあげられ、これに続いてトドマツ、バンクスマツ、ややおちてストローブマツがあり、カラマツが最低を示している。この傾向は繊維長についても似ているが、熱量は逆の傾向にある。一方広葉樹についてみると成分含有

率、繊維長、熱量とも大差がない。しかしすでに述べたように、林産化学からみた木材の真の価値は成分組成や容積にあるのではなくて、成分の重量、すなわち実質の重量がもつとも大きな問題である。この点からみるとたとえばセルロースについてはアカエゾマツが最高を示し、ついでバンクスマツ、トドマツ、カラマツの順となり、ストロブマツがはなれて低い値を示している。また広葉樹についてみると、ニセアカシヤ、ヤチダモ、シラカバの順によく、ドロノキとポプラは目立つて低い値を示している。以上の考え方は利用上多少の障害となる材の色の問題や、樹木の生長の大小、造林の難易などは度外視した考え方であつて、現実にはドロノキなどは材の色がうすいために好んで用いられ、むしろ高くさえ評価されるが、加工処理上の問題は造林上の問題にくらべて解決が容易であるのでここでは重要視しなかつた。ここにかかげた10種類の木材のうち、ストロブマツ、ドロノキ、ポプラのように容積重の小さいもの、すなわち実質量の小さいものは、その生長量が他のものにくらべて目立つて大きいか、あるいは造林がきわめて容易であるとき、他の樹種と同様な価値が生ずるものと考えられる。

II. 硫酸塩パルプ

1. 実験方法

試料原木からチップを造り、風乾の状態まで乾燥した。これを用い活性アルカリ24%、硫化度25%、液比6（これは容積重の小さい材を充分浸すにたる量で、すべての材に同液比を用いた）の条件下で、3.5ℓ容のオートクレーブ中で170°C、2時間の蒸解を行つた。蒸解したチップは冷却後布袋に入れ、水道水によつて洗滌してからまず収量を測定した。このパルプはフラットスクリーンを用いてスクリーニングし、手抄によつて分析試料を調製すると同時に、さらに王研式ラパス型ピーターを用い、3%濃度で叩解し、フリーネス400ccと200cc附近のパルプを造り、強度試験用の試料とした。なお分析値のうち α -セルロースはホロセルロース定量法に従つて脱リグニンした試料を17.5% NaOHで処理定量した値である。紙力試験用試料は北日本製紙株式会社江別工場で行つている条件に従い絶乾3g相当量を取り、これを60メッシュの金網上にすきとり、吸取紙にうけてから銅板の間にはさみ、4 kg/cm²の圧力で10分間加圧し、ついで105°Cの乾燥器中で20分乾燥してから、第2図に示すような所定の大きさに切り、温度20°C、湿度65%の室に一夜放置してから試験に供した。試験項目および方法はつぎのようである。

厚さ： 1枚につき10カ所を4枚測定。

米坪： 化学天秤により4枚について秤量し、1 m²の重量を算定した。

緊度： 厚さと米坪から算定。

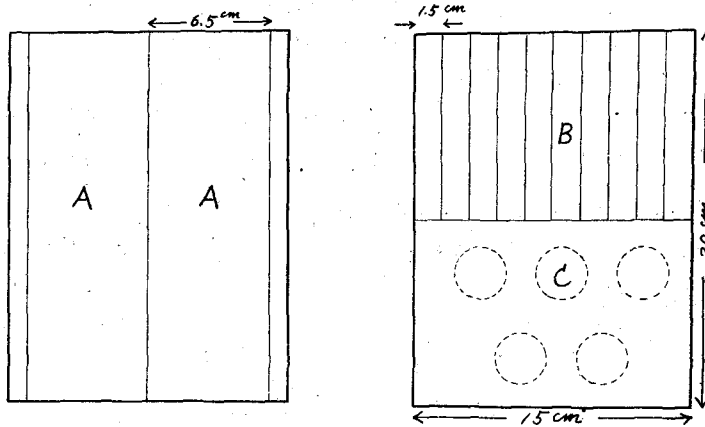
引裂: 6.5 cm × 20 cm の紙 2 枚を二つ折にしてエルメンドルフ型引裂強度試験器によつて測定し, 4 回の和 (16 枚相当) をもつて表わした。また比引裂度は引裂強度 g を米坪で除して 100 倍した値である。

破裂: ミュレン型破裂強度試験器により 1 枚につき 5 カ所, 計 10 カ所の平均。また比破裂度は破裂強度 kg/cm² を米坪で除して 100 倍した値である。

引張: ショッパー型抗張力試験器により, 1.5 cm × 10 cm (スパン 5 cm) の試験片 20 枚について測定した平均, これから次式によつて裂断長を算定した。

$$\text{裂断長} = \frac{P \times 1000}{W \times b} \text{ km}$$

P: 引張強度 kg b: 試験片の幅 15 mm W: 米坪 g/m²



第 2 図 紙力試験片

A: 引裂試験用 B: 引張試験用 C: 破裂試験用

2. 結 果

A. 収 量

パルプの収量および成分組成を示すと第 5 表のようである。これによると収量は針葉樹ではトドマツの 44.5% とストローブマツの 39.1% の間にあり, アカエゾマツ 42.0%, パンクスマツ 41.4% はトドマツについて比較的高い値を示し, カラマツの 39.2% とストローブマツの 39.1% はともに低い。一方広葉樹ではドロノキの 47.9% とヤチダモの 43.8% の間にあり, ドロノキとシラカバの 47.5% はともに高く, ニセアカシヤの 46.0% がこれにつき, ポプラの 44.5% とヤチダモの 43.8% がともに低い。これらの収量を, 原木 1 m³ 当りの kg 数に換算するとカラマツ, アカエゾマツ, パンクスマツはそれぞれ 184 kg, 181 kg, 178 kg と比較的高く, トドマツの 156 kg がこれにつき, ストローブマツの 113 kg がもつとも低い。また広葉樹ではニセアカシヤの 271 kg が高く, ヤチダモ, シラカバのそれぞれ

第5表 パルプの収量および組成

樹種	収量 (%)	ローエ価	灰分 (%)	α -セルロース (%)	ペントザン (%)	木材1m ³ からえられるパルプの量 (kg)	パルプ1tをうるに必要な木材 (m ³)
トドマツ	4.45	4.24	0.48	81.81	7.86	156	6.4
アカエゾマツ	42.0	2.90	0.25	84.02	8.89	181	5.5
カラマツ	39.2	3.52	0.33	82.87	8.52	141	7.0
ストロブマツ	39.1	3.09	0.53	82.37	6.92	113	9.0
バンクスマツ	41.4	5.07	0.64	85.30	7.59	178	5.6
シラカバ	47.5	2.05	0.53	85.40	21.14	238	4.2
ドロノキ	47.9	1.74	0.64	83.92	16.19	182	5.5
ポプラ	44.5	2.01	0.76	84.47	19.48	147	6.8
ヤチダモ	43.8	2.13	0.57	86.53	16.18	250	4.0
ニセアカシヤ	46.0	2.13	0.93	87.89	19.58	271	3.7

250 kg, 238 kg がこれにつき、ドロノキの 182 kg と、とくにポプラの 147 kg が目立つて低い。したがってパルプ 1t をうるのに必要な木材はおなじ針葉樹の間でもカラマツは 5.4 m³ であるのにストロブマツでは 9.0 m³ を必要とし、広葉樹ではニセアカシヤは 3.7 m³ であり、とくにポプラでは 6.8 m³ を必要とする。さらにチップの釜詰量を 1430 cm³ 容のオートクレーブを用い測定したところ第6表のような結果がえられた。

第6表 チップの釜詰量

樹種	含水率 (%)	絶乾重量 (kg/m ³)	比率
トドマツ	9.8	150	100
アカエゾマツ	11.8	207	138
カラマツ	10.5	165	110
ストロブマツ	14.9	139	93
バンクスマツ	11.0	191	128
シラカバ	10.3	262	100
ドロノキ	11.9	190	73
ポプラ	6.4	170	65
ヤチダモ	9.6	322	123
ニセアカシヤ	6.1	351	134

これによると、釜詰量はほぼ容積重に比例的に変化し、一定容積のしめるチップの実質重量は同一容積の木材のしめる実質重量のおよそ3分の1に相当することがわかる。この量はチップの大きさや形にかなり影響されるが、およその傾向はみることができ、容積重の大きいものがここでも有利であることがわかる。

B. パルプの組成

まずローエ価をみると、針葉樹ではバンクスマツの 5.07 とアカエゾマツの 2.90 の間にあつてその差は小さく、広葉樹ではヤチダモおよびニセアカシヤの 2.13 とドロノキの 1.74 の間にあつてその差はさらに小さく、リグニン含有量がすべて低いことがうかがわれる。また灰分は針葉樹ではバンクスマツの 0.64% とアカエゾマツの 0.25% の間にあり、広葉樹ではニセアカシヤの 0.93% とシラカバの 0.53% の間にあり、ともに樹種間の相違は少ないといえる。また α -セルロースは針葉樹ではバンクスマツの 85.30% とトドマツの 81.81% の間にあり、バンクスマツとアカエゾマツが比較的高く、他は低い傾向を示し、広葉樹ではニセアカシヤの 87.89% とドロノキの 83.92% の間にあり、ニセアカシヤが高くヤチダモ、シラカバがこれにつき、ポプラとドロノキが比較的低いが大差はない。さらにペントザンは針葉樹ではアカエゾマツの 8.89% とストロームツの 6.92% の間にあつてその差は小さく、広葉樹ではシラカバの 21.14% とヤチダモの 16.18% の間にあり、シラカバ、ニセアカシヤ、ポプラがやや高く、ドロノキとヤチダモがやや低いが、やはり大差はみられない。以上の結果からそれぞれ針葉樹および広葉樹の中では、えられたパルプの樹種の相違による成分組成の差はほとんど問題とするにたらない程度のもと考えられる。

C. 紙力試験

紙力試験の結果を示すと第 7 表のようである。これをみると 400 cc に調製する予定のフリーネスが針葉樹では 435 cc から 315 cc, また 200 cc に調製する予定のものが広葉樹では 235 cc から 140 cc とかなりの差を生じており、ほぼ同一条件で処理してもフリーネスのさがりかたに相当な相違があつて、その条件を完全に一致させることができなかつたから比較にやや困難であるが、それぞれ針葉樹および広葉樹の中における樹種別の相違は比較的少ないように思われる。

第 7 表 紙力試験一覽表

樹種	フリーネス (cc)	米坪 (g/m ²)	厚さ (mm/100)	緊度	破裂強度 (kg/cm ²)	比破裂度	裂断長 (km)	引裂強度 (g)	比引裂度
トドマツ	315	71.6	9.6	0.74	3.0	4.2	6.4	113	154
	205	71.6	9.3	0.77	2.7	3.7	6.5	111	154
アカエゾマツ	435	73.0	10.4	0.70	2.7	3.7	6.1	183	250
	200	57.9	8.2	0.71	3.3	5.5	6.8	122	218
カラマツ	385	72.6	8.2	0.88	3.4	4.5	7.0	81	115
	180	72.6	7.5	0.98	4.1	5.7	7.5	78	104
ストロームツ	380	69.9	7.6	0.92	3.1	4.5	8.3	73	103
	205	68.1	7.4	0.93	3.5	5.0	8.1	67	98
バンクスマツ	420	68.8	9.1	0.76	2.8	4.0	6.3	115	168
	220	68.5	8.4	0.82	3.4	4.8	7.1	106	159
シラカバ	420	65.8	8.4	0.79	1.7	2.4	4.6	67	106
	140	61.1	5.8	1.05	3.1	4.7	7.3	34	62

樹種	フリース (cc)	米坪 (g/m ²)	厚さ (mm/100)	緊度	破裂強度 (kg/cm ²)	比破裂度	裂断長 (km)	引裂強度 (g)	比引裂度
ドロノキ	355	68.7	7.7	0.91	2.1	3.0	5.5	51	73
	235	71.3	7.8	0.92	2.6	3.6	6.1	41	58
ポプラ	415	67.4	7.9	0.85	2.2	3.2	5.8	54	81
	205	72.2	7.3	0.99	3.1	4.3	7.0	50	68
ヤチダモ	370	69.6	9.1	0.77	2.1	2.9	5.9	74	107
	230	68.4	8.0	0.86	2.5	3.7	6.6	66	97
ニセアカシヤ	430	65.1	9.9	0.66	1.7	2.6	4.5	42	63
	205	57.0	7.9	0.72	1.8	3.1	5.8	43	76

D. 考 察

パルプの試験はさらにくわしく樹種別に多数の実験を行い、それぞれの最適条件の上
に立つて検討すべきものであつて、筆者等のように針広いずれの樹種をも、まったく同一
条件で処理しているところに、かなりの無理が生ずるが、比較しておよその見当をつける
ことはできた。まず針葉樹では収量は、カラマツやストロブマツのように、セルロース
含有率が低く、アルカリ抽出物の量が多いものが低く、原木の成分組成との関係がよく
かがわれるが、その差は小さい。またパルプの成分組成や強度は、樹種による相違が少な
く、その相違は、原木一定容積から生産されるパルプ重量に現われている。これによれば
針葉樹ではアカエゾマツとバンクスマツが高く、トドマツとカラマツがこれにつき、スト
ロブマツがとくに低い値を示している。一方広葉樹では、原木の組成に大差がないよう
に、パルプの収量や性質にもほとんど差を生ぜず、針葉樹と同様、原木一定容積から生産
されるパルプの重量に差を生じ、容積重の小さいドロノキとポプラが低い値を示してい
る。

以上の結果とさらに繊維長にも差の少ないことからして、これらの樹種の価値は結論
的には重量生長のもつとも大きいものが今後のパルプ材として有望であり、これら化学的
性質と生長量とを関連させて造林樹種の価値が決定されることになる。

結 言

北海道において今後造林の対象となるであろうと思われる樹種のうちから、現業にも
明るい一造林研究者の助言を参考にして針葉樹5種類、広葉樹5種類、計10種類をえらび
出してその化学的性質を検討した。その結果をまとめるとおよそ次のようなことが言える。
まず針葉樹のトドマツ、アカエゾマツ、カラマツ、ストロブマツ、バンクスマツの中
では、カラマツとストロブマツが抽出成分が多く、今日おもに利用の対象となつてい
るホロセルロース含有の低いために低価値と判断されるが、カラマツは容積重がストロブ
マツにくらべて大きいため一定容積中の成分含有量がやや多い。しかしストロブマツは容

積重が小さいため、一定容積中の成分含有量も目立つて少ない。したがって、これを補うことのできる生長量をもたないとその価値はきわめて低い。またパルプにした場合も収量が低く、同様のことが言える。しかし熱量、繊維長、えられたパルプの性質の上には樹種による差がほとんどみとめられない。一方広葉樹については成分組成の上にはほとんど差がみとめられず、また熱量、繊維長、えられたパルプの性質の上にもほとんど差がみとめられない。したがって大きな相違点は針葉樹の場合と同様、一定容積中の成分含有量およびパルプ生産量であつて、シラカバ、ドロノキ、ポプラ、ヤチダモ、ニセアカシヤのうちでドロノキとポプラ、とくにポプラが目立つてこの値が低い。現在ではパルプ用材として繊維の形、構成諸細胞の割合、色、硬さ、容積重などが化学的組成とともに重要視されていて筆者等の低価値と断じたポプラなどはむしろ好んで用いられているが、木材の不足する将来においては、これの生長量が、低い容積重をカバーするに充分でないかぎり、やはりその価値は低いと考えられよう。林力増強計画の中で叫ばれている質より量の生産は、木材の生産する炭素の重量を意味することであつて、形質を考慮することよりも炭素固定の自然力を最大限に活用することを考えはじめたことは、木材化学工業の立場からすれば、よろこぶべきことと思われる。

参 考 文 献

- 1) 阿部 勳： 苫小牧産ストローマツのパルプ化について、卒業論文 (1956).
- 2) 北大演習林： 米材の栞 (1925), 札幌.
- 3) 本多静六： 森林家必携 (1952), 東京.
- 4) 池田正宏： 苫小牧産カラマツのパルプ化について、卒業論文 (1956).
- 5) 川瀬 清： 腐朽材の活用に関する化学的基礎研究, 北大演習林報告 Vol. 19, No. 2, 1 (1958).
- 6) 右田伸彦： 木材パルプ (1955), 東京.
- 7) 右田伸彦： パルプ及び製紙工業実験法 (1943), 東京.
- 8) 宮島 寛： 苫小牧演習林産人工植栽ストローマツ, バンクスマツおよびカラマツの材質試験, 北大演習林報告 Vol. 19, No. 3, 99 (1958).
- 9) 西田屹二： 木材化学工業, 上巻 (1946), 東京.
- 10) RITTER, G. J. & FLECK, L. C.: Chemistry of wood. VI.—The results of analysis of heartwood and sapwood of some American woods. *Ind. Eng. Chem.*, 15, 1055 (1923).
- 11) 佐藤鉄郎： 苫小牧産バンクスマツのパルプ化について、卒業論文 (1956).
- 12) 里中聖一： 北海道産主要木材の熱量, 第 67 回日本林学会大会講演集, 345 (1957).
- 13) 沢田 豊・和田正三： 紙力とリグニンおよびヘミセルロースとの関係, 卒業論文 (1958).
- 14) 森林植物同好会： 北海道森林植物 II 木本編, (1955), 札幌.
- 15) WISE, L. E. & JAHN, E. C.: Wood chemistry (1952), *New York*.

Summary

The analysis of woods which would be worth planting in Hokkaido and pulping tests of those woods were carried out. The woods were as follows; Todomatsu fir (*Abies sachalinensis* FR. SCHM.), Akaezomatsu spruce (*Picea Glehnii* MAST.), Japanese larch (*Larix Kaempferi* SARG.), eastern white pine (*Pinus strobus* L.), jack pine (*Pinus banksiana* LAMB.), Shirakaba birch (*Betula platyphylla* SUKATCH.), Doronoki poplar (*Populus Maximowiczii* A. HENRY), Lombardy poplar (*Populus nigra* L.), Yachidamo ash (*Fraxinus mandshurica* RUPR. var. *japonica* MAXIM.), and black locust (*Robinia pseudacacia* L.). The results of analysis are shown in Table I. Pulps were prepared from those woods under the following conditions: total active alkali based on wood weight, 24%; alkali concentration 40 g/l; sulfidity 25%; digestion temperature 170°C; cooking time 2 hrs. The results of pulping tests are shown in Table II.

1. From Table I it can be seen that the results indicated little difference in chemical composition and calorific value among wood species in both softwood and hardwood groups. In softwood, eastern white pine and Japanese larch had high solubility in hot-water, in 1% NaOH and alcohol-benzene and showed comparatively lower contents of cellulose and hemicellulose. Akaezomatsu spruce had long fiber whilst Japanese larch and jack pine had short. In hardwood, locust tree had high solubility in alcohol-benzene and Lombardy poplar had short fiber.

2. From Table II properties of the pulps from those woods showed also little difference among wood species in both softwood and hardwood groups.

Table I. Properties of woods

Wood species	Ash (%)	Solubility in				Cellulose (%)
		Alcohol- benzene (%)	Cold water (%)	Hot water (%)	1% NaOH (%)	
Softwood						
Todomatsu fir	0.30	2.08	1.82	3.06	13.29	59.14
Akaezomatsu spruce	0.42	0	0.70	2.27	13.97	59.91
Japanese larch	0.29	2.86	2.34	7.26	19.33	49.77
Eastern white pine	0.50	6.07	3.30	5.71	17.55	53.16
Jack pine	0.18	2.45	1.61	2.92	15.46	56.36
Hardwood						
Shirakaba birch	0.19	1.74	1.27	1.80	19.88	58.43
Doronoki poplar	0.57	2.33	1.89	2.99	20.09	63.62
Lombardy poplar	0.68	2.94	1.66	4.20	21.50	57.40
Yachidamo ash	0.62	1.20	2.71	3.69	22.99	57.33
Black locust	0.74	5.02	2.29	6.39	20.64	58.44

Wood species	Holo-cellulose (%)	Pentosan (%)	Lignin (%)	Calorific value (Cal)	Sp. Gr.	Fiber-length (mm)
Softwood						
Todomatsu fir	74.58	11.88	28.01	4860	0.35	3.06
Akaezomatsu spruce	80.62	13.69	27.26	4870	0.43	3.52
Japanese larch	64.69	11.79	31.61	4910	0.36	2.74
Eastern white pine	70.38	12.04	29.29	4960	0.29	3.14
Jack pine	74.93	11.98	28.02	4900	0.43	2.72
Hardwood						
Shirakaba birch	81.07	25.20	20.10	4620	0.50	0.97
Doronoki poplar	81.11	22.27	21.45	4740	0.38	0.96
Lombardy poplar	78.25	22.10	23.93	4730	0.33	0.80
Yachidamo ash	79.92	22.82	21.12	4640	0.57	1.07
Black locust	79.61	23.34	19.08	4630	0.59	0.95

Table II. Yields and properties of pulps

Wood species	Yield (% ^a)	Roe number	Ash (% ^b)	Alpha-cellulose (% ^b)	Pentosan (% ^b)	Freeness (C. S.) (ml)	Breaking length (km)
Softwood							
Todomatsu fir	44.5	4.24	0.48	81.81	7.86	205	6.5
Akaezomatsu spruce	42.0	2.90	0.25	84.02	8.89	200	6.8
Japanese larch	39.2	3.52	0.33	82.87	8.52	180	7.5
Eastern white pine	39.1	3.09	0.53	82.37	6.92	205	8.1
Jack pine	41.4	5.07	0.64	85.30	7.59	220	7.1
Hardwood							
Shirakaba birch	47.5	2.05	0.53	85.40	21.14	140	7.3
Doronoki poplar	47.9	1.74	0.64	83.92	16.19	235	6.1
Lombardy poplar	44.5	2.01	0.76	84.47	19.48	205	7.0
Yachidamo ash	43.8	2.13	0.57	86.53	16.18	230	6.6
Black locust	46.0	2.13	0.93	87.89	19.58	205	5.8

a : On basis of original wood. b : On basis of pulp.