

トドマツ精英樹系統の材質評価

高橋 政治 滝沢 忠昭^{*1}
安久津 久 佐藤 真由美

Wood Qualities of Todomatsu Elite Trees

Masaji TAKAHASHI
Hisashi AKUTSU

Tadaaki TAKIZAWA
Mayumi SATOH

Tests were conducted to select some cultivars of Todomatsu, *Abies sachalinensis* Mast. which were superior both on tree growth and on wood qualities. Tested trees were grown for 26 years in progeny test forests at Kohshunai, Bibai-city or at Akkeshi-town. Preliminarily, 17 cultivars were selected as showing good tree growth and 6 of them were from both localities. 3 trees from each cultivars and each localities were felled for the study, then their wood qualities were measured.

The results showed that samples from different cultivars or localities, even if they had the same annual ring width, often had different bulk densities or strength's values. Further analysis concluded that 7 from among tested cultivars were predictable to produce woods of better qualities than the others do.

この試験は、生長および材質の優れたトドマツ精英樹を選抜することが目的である。

材料は、美唄市光珠内と厚岸に植栽されていた、26年生の精英樹次代検定林のものである。これらの林から生長の良い17系統を選び、その中からそれぞれ供試木を3本ずつ選んだ。17系統のうち6系統については両植栽地から供試木を得た。

その結果、同一年輪幅であっても系統や植栽地により、容積密度数や強度の値が異なっているものがあつた。これらを詳細に検討し、材質、強度的にも優位な系統として、7系統を選別することができた。

1. はじめに

トドマツは、郷土樹種として全通的に植栽されており、その面積は約79.4万haにおよび、造林されている樹種のうちでは最も多い。最近、こうした人工林から間伐および主伐材が多く出材されるようになった。

林産試験場では、これまでに道内各地のトドマツ人

工林材の材質、強度的性質等を調べてきた¹⁻⁸⁾。その結果、人工林のトドマツは肥大生長が良好であるため、天然林のトドマツについて示されている既往の材質に比べ、強度性能がやや低めであることを明らかにした。

この試験は、生長および材質ともに優れたトドマツ精英樹を選抜することを目的に、道立林業試験場との

第1表 供試木の概要
Table 1. The description of the sample trees

植栽地 Locality	系統名 Cultivar	立木番号 Sample tree number	胸高直径 D.B.H. (cm)	樹高 Tree height (m)	枝下高 Clear height (m)	植栽地 Locality	系統名 Cultivar	立木番号 Sample tree number	胸高直径 D.B.H. (cm)	樹高 Tree height (m)	枝下高 Clear height (m)		
厚岸 Akkeshi	厚岸	110	1	16.0	12.3	6.4	光珠内 Kohshunai	厚岸	112	9	14.0	12.5	6.3
		2	18.0	11.7	5.6	厚岸		33	22.0	14.2	6.3		
		3	14.5	11.2	6.3	厚岸		40	16.0	10.8	5.2		
	厚岸	112	1	16.0	11.7	6.0		厚岸	114	4	15.5	10.8	4.8
		2	19.0	14.1	6.0	厚岸		17	17.5	13.4	6.4		
		3	15.5	11.0	4.5	厚岸		22	13.0	11.0	4.9		
	厚岸	114	1	16.0	11.8	5.7		厚岸	115	16	14.0	9.8	3.5
		2	19.0	12.4	3.9	厚岸		41	12.1	9.8	5.0		
		3	19.0	10.6	5.4	厚岸		48	16.0	10.4	3.2		
	厚岸	115	1	22.0	12.1	4.5		岩見沢	102	22	22.3	16.0	8.5
		2	19.0	12.2	6.3	岩見沢		45	19.3	15.5	8.6		
		3	17.0	11.0	6.3	岩見沢		48	20.0	16.2	8.3		
	岩見沢	105	1	14.0	10.0	4.1		岩見沢	105	11	16.5	15.1	8.0
		2	15.5	9.9	5.2	岩見沢		42	16.0	13.8	6.5		
		3	15.0	11.4	4.2	岩見沢		48	14.5	13.5	5.0		
	倶知安	101	1	16.0	9.8	3.6		岩見沢	107	4	19.0	14.6	8.2
		2	15.5	10.8	4.8	岩見沢		6	21.0	14.5	5.9		
		3	13.0	8.7	3.3	岩見沢		8	16.5	14.0	7.3		
	浦河	1	1	21.0	12.4	7.4		倶知安	1	18	16.8	15.7	8.1
		2	22.5	13.1	6.7	倶知安		31	12.7	14.5	8.3		
		3	19.5	12.8	7.0	倶知安		34	19.0	14.9	8.8		
浦河	5	1	18.0	10.3	6.7	倶知安	101	8	21.0	14.2	4.7		
	2	20.0	13.3	4.7	倶知安	17	16.5	13.8	6.8				
	3	15.0	11.0	5.0	倶知安	35	20.5	13.9	6.6				
浦河	101	1	22.5	14.4	7.4	苫小牧	105	5	17.4	14.7	7.4		
	2	21.5	13.3	7.3	苫小牧	24	14.6	14.5	7.2				
	3	19.5	12.5	6.4	苫小牧	49	16.5	13.1	6.2				
厚岸事業用	1	17.0	11.6	5.0	北見	109	2	21.0	13.9	5.9			
	2	13.5	9.0	4.5	北見	13	20.0	15.0	5.9				
	3	11.0	9.9	5.1	北見	35	18.5	13.3	7.6				
光珠内 Kohshunai	厚岸	112	9	14.0	12.5	6.3	興部	4	13	16.5	12.4	7.4	
			33	22.0	14.2	6.3	興部	27	15.0	12.8	7.0		
			40	16.0	10.8	5.2	興部	41	16.5	13.6	7.4		
			4	15.5	10.8	4.8	名寄	6	3	18.0	13.7	6.9	
			17	17.5	13.4	6.4	名寄	23	18.0	14.9	7.7		
			22	13.0	11.0	4.9	名寄	40	17.0	12.3	6.2		
			16	14.0	9.8	3.5	浦河	5	12	18.5	14.5	8.5	
			41	12.1	9.8	5.0	浦河	21	17.0	13.7	7.4		
			48	16.0	10.4	3.2	浦河	42	19.5	12.8	7.6		
			22	22.3	16.0	8.5	浦河	104	13	16.2	13.1	6.3	
			45	19.3	15.5	8.6	浦河	18	15.1	13.3	6.7		
			48	20.0	16.2	8.3	浦河	26	16.1	13.1	7.5		
			11	16.5	15.1	8.0	岩見沢事業用	7	21.0	13.8	6.7		
			42	16.0	13.8	6.5	岩見沢事業用	14	20.5	13.3	7.3		
			48	14.5	13.5	5.0	岩見沢事業用	34	16.0	13.6	8.2		

共同研究として実施した。林産試験場では材質試験を担当し、素材材質、年輪幅、容積密度数、収縮率、強度の性質などについて調べたので、その結果について報告する。

2. 供試木と試験方法

2.1 供試木

供試木は、道有林厚岸経営区33 - 57林小斑、検定林番号 A - 10と美唄市光珠内にある道立林業試験場の実験林、検定林番号 A - 9のトドマツ精英樹次代検定林のものである。

これらの検定林に植栽されていた26年生のトドマツ精英樹の中から、生長の良い系統を厚岸植栽のものからは9系統、光珠内植栽のものからは14系統を選び、その各系統からそれぞれ3本ずつの供試木を得た。な

お、このとき比較対照のため、両植栽地で、事業用苗からの植栽木をそれぞれ3本ずつ得た。光珠内植栽のものは、間伐対象木としてあらかじめ伐採立木が決められていたのでその中から選んだ。そのため、曲がりや樹梢部の二又、三又などの欠点を持つものが含まれていた。一方、厚岸植栽のものは、なるべく各系統の

標準木ないし優勢木で欠点のないものを選んだ。これらの立木を光珠内植栽のものは、平成2年10月に、厚岸植栽のものは、平成3年4月にそれぞれ伐倒し、樹高、枝下高等を調べた。植栽地および系統ごとの供試木の概要を第1表に示す。

2.2 素材の調査

伐倒後の立木を材長2mに玉切り、2番玉(4m)までの素材を採取した。こうして得た素材について枝打ち高さ、枝の枯れ上がり、枝打ち後の巻込み状態、節の径・節の数、年間の伸長量、素材の細り・曲がり等を調べた。

2.3 樹幹内部の調査

樹幹内部の状態を知るため、すべての樹幹の地上高0.3, 2, 4mのそれぞれの部位から厚さ約5cmの円板を採取し、年輪幅、偏心およびアテ材の発生状況を調べた。

年輪幅は各円板上の直交する4方向で1年輪ごとに

測定し、平均値を求めた。円板上の樹心の偏りを長径と短径の比として算出し、偏心率とした。円板上に現れたアテ材部の面積の円板全体の面積に対する比を求め、アテ材部の大きさとした。

2.4 容積密度数

容積密度数は、地上高2mから得た円板の相対する2方向の試料を用いて測定した。すなわち生材時の円板からアテなどの欠点を避け、髓から5年輪ごとに分割した試験片を用い、浮力法によって測定した。

2.5 収縮率

厚さ3.5cmの心持ち耳付き板を製材し、その板の一部から試料を取り、生材のうちに2.5×2.5×6.0cmの試験体を調整した。この試験体に十分水を含ませ、飽水状態になってから測定を開始した。すべての供試木を対象に繊維・接線・半径方向について測定し、収縮率を求めた。

第2表 素材の調査結果
Table 2. The features appeared on logs

植栽地 Locality	系統名 Cultivar	枝打ち の高さ Max. height of artificial pruning (m)	枝の巻込 み高さ Max. height of occlusion of branch (m)	最大節径 Max. knot diameter (mm)	節の個数 Number of knots	年間伸長量 Elongation in year (cm)		樹幹の 細り Taper of stem (cm/m)	素材の曲がり Crook of log (%)		曲がりのあ った立木本数 Number of crooked trees
						一番玉 First log	二番玉 Second log		一番玉 First log	二番玉 Second log	
厚岸 Akkeshi	厚岸 110	2.23	1.23	18	4.8	37	49	1.2	18.7	0	1
	" 112	1.58	1.01	19	4.8	40	53	1.3	0	0	0
	" 114	1.86	1.02	19	5.4	37	52	1.5	0	0	0
	" 115	1.87	1.21	22	5.4	29	51	1.5	0	0	0
	岩見沢 105	2.09	1.12	18	4.6	29	44	1.1	0	0	0
	倶知安 101	1.69	0.79	17	4.6	35	40	1.2	15.0	0	1
	浦河 1	1.62	1.05	22	5.1	40	53	1.8	0	0	0
	" 5	2.00	1.14	18	5.4	33	50	1.4	7.5	0	1
	" 101	2.08	1.12	25	5.2	38	58	1.5	0	0	0
	厚岸事業用	2.16	1.07	16	5.4	28	42	1.3	0	0	0
光珠内 Kobshunai	厚岸 112	2.58	1.50	28	6.0	33	56	1.1	13.0	8.9	2
	" 114	2.85	1.78	23	5.2	25	58	1.1	21.6	32.5	1
	" 115	2.39	1.14	26	5.1	27	52	1.1	28.8	0	2
	岩見沢 102	3.32	2.04	24	5.1	30	74	1.3	10.6	0	1
	" 105	3.13	2.17	23	5.7	32	69	1.0	0	0	0
	" 107	2.98	2.45	25	6.1	36	72	1.2	8.5	0	1
	倶知安 1	3.79	2.21	19	5.0	32	70	0.9	0	0	0
	" 101	3.48	2.11	27	5.4	32	72	1.1	11.7	0	1
	苫小牧 105	3.45	2.29	22	5.6	30	68	1.2	14.6	0	2
	北見 109	2.87	1.60	21	4.9	32	70	1.6	11.3	0	2
	興部 4	2.43	1.48	18	5.8	32	62	1.0	0	0	0
	名寄 6	2.55	1.69	25	5.7	29	63	1.4	17.6	0	1
	浦河 5	3.45	1.31	23	5.2	33	65	1.2	25.3	0	2
	" 104	3.45	2.17	20	5.1	29	62	1.0	17.2	0	2
岩見沢事業用	3.79	1.91	27	5.5	33	66	1.2	0	0	0	

2.6 無欠点小試験体の木取りと試験方法

強度性能を求めるため、すべての供試木から、樹心を含む厚さ3.5cmの心持ち耳付き板をそれぞれ1枚ずつ採取した。この板を気乾状態になるまで自然乾燥させた後、樹皮側から樹心部まで連続して3cmの棒状に挽き割り、鉋削した。曲げ試験体の寸法は、2.5×2.5×40cmとし、スパン36cmの中央集中荷重方法で試験した。縦圧縮の試験体は、2.5×2.5×6.0cmとした。

試験終了後、年輪幅および気乾比重を測定した。

3. 供試木および素材の調査結果

3.1 供試木

第1表に示したとおり供試木の生長状況は不揃いで、同一系統内でも異なっていた。厚岸植栽の各供試木の

胸高直径は11.0~22.5cm、樹高は8.7~14.4m、枝下高は3.3~7.4mであったのに対し、光珠内植栽のものでは、胸高直径は12.1~22.3cm、樹高は9.8~16.2m、枝下高は3.2~8.8mであり、生長は光珠内植栽木の方が若干良かった。

3.2 素材

素材の調査結果を植栽地別に、系統ごとの平均値として第2表に示した。以下測定項目別に結果を述べる。

3.2.1 枝打ち高さと枝打ち後の巻込み高さ

今回調査した検定林は、いずれも枝打ちが行われていたので、その枝打ち高さや枝の巻込み高さを調べた。その結果、厚岸植栽木の枝打ち高さは、地上高約1.6~2.2mまでで、枝の巻込み高さは0.8~1.2m程度であった。光珠内植栽木では、それぞれ2.4~3.8m、

第3表 円板での測定結果
Table 3. Results of measurements on disk's surfaces

植栽地 Locality	系統名 Cultivar	平均年輪幅 Average annual ring width (mm)			偏 心 率 Eccentricity of pith (%)			円板上に現れたア テ材部の大きさ Compression wood on disk's surface (%)			アテ材部のあ った立木本数 Number of trees including compression wood
		地 上 高 Height above the ground			地 上 高 Height above the ground			地 上 高 Height above the ground			
		0.3m	2 m	4 m	0.3m	2 m	4 m	0.3m	2 m	4 m	
厚 岸 Akkeshi	厚 岸 110	3.4	3.6	4.0	13.5	11.5	7.8	23.2	0	0	2
	" 112	3.6	3.8	4.3	12.0	6.5	8.0	0	9.6	13.4	2
	" 114	4.0	4.3	4.8	18.7	5.8	7.5	12.1	0	0	2
	" 115	3.9	4.6	4.9	12.3	10.8	7.2	10.1	0	0	1
	岩見沢 105	2.9	3.2	3.7	11.3	6.0	4.5	10.2	14.6	3.7	3
	倶知安 101	3.1	3.3	3.6	14.0	7.5	7.9	9.6	8.4	16.6	2
	浦 河 1	4.6	4.6	5.1	19.8	5.7	2.7	16.3	9.9	0	2
	" 5	3.8	4.1	4.6	14.3	10.8	7.2	14.4	0	0	1
	" 101	4.3	4.9	5.3	14.8	6.7	8.5	10.4	13.2	8.2	3
	厚岸事業用	2.7	3.0	3.5	10.5	5.2	10.2	10.7	7.2	35.0	2
光 珠 内 Kohshunai	厚 岸 112	3.9	4.5	5.3	16.3	7.7	13.7	31.4	0	18.2	3
	" 114	3.5	4.4	5.2	27.2	6.7	9.5	4.7	0	24.1	2
	" 115	3.5	4.3	5.0	22.3	11.2	7.2	20.4	0	0	1
	岩見沢 102	4.4	5.0	5.3	15.2	14.0	5.3	10.9	3.6	8.3	3
	" 105	3.8	4.3	4.9	30.5	11.3	16.2	10.5	12.0	39.5	3
	" 107	4.4	4.9	5.3	17.3	8.7	8.8	35.8	0	34.5	1
	倶知安 1	3.5	4.1	4.5	21.2	8.7	10.5	11.0	5.4	0	2
	" 101	4.6	5.4	6.1	22.0	10.7	16.5	0	35.7	49.6	1
	苫小牧 105	3.9	4.3	4.6	23.0	8.7	8.2	10.3	0	7.6	1
	北 見 109	4.8	5.3	5.8	22.5	8.5	10.3	0	0	0	0
	興 部 4	3.8	4.5	5.0	20.7	10.3	12.7	11.5	0	6.3	2
	名 寄 6	4.0	4.5	5.1	27.7	7.7	15.7	13.5	0	9.0	2
	浦 河 5	4.0	4.5	4.8	16.8	12.8	16.2	10.1	8.4	21.2	3
	" 104	3.4	4.0	4.5	21.0	10.8	10.7	25.7	0	0	1
	岩見沢事業用	4.5	5.1	5.7	32.8	13.5	15.8	0	0	69.6	1

1.1~2.5m程度であり、光珠内植栽木の方の枝打ち高さが約1.0m高かった。そのため枝の巻き込み高さも高くなったものと思われる。

3.2.2 節の大きさと節の数

地上高4mまでに現われた最大節の直径は、光珠内植栽木では18~28mm、厚岸植栽木では16~25mmで、光珠内植栽木の方が若干大きかった。また、節の数でも光珠内植栽木の方が多い傾向にあった。

3.2.3 年間伸長量

1番玉と2番玉について節間の長さを測定し、それぞれの年間伸長量を求めた。その結果、年間伸長量は1番玉では、厚岸植栽木の方が大きめであった。2番玉では光珠内植栽木の方が明らかに大きく、植栽地ごとの平均値で16cmの差があった。

3.2.4 樹幹の細り

樹幹の細りは、1番玉と2番玉の平均でみると厚岸植栽木の方が大きめであった。

3.2.5 素材の曲がり

素材の曲がりについては、光珠内植栽木が間伐対象木であったため、曲がりのある素材の本数が多く、曲がりの程度も大きかった。従って植栽地および系統による差異を検討することはできなかった。

3.2.6 素材調査結果のまとめ

供試木および素材の調査結果をまとめると、素材形態では、全体的に光珠内植栽木の生長が比較的旺盛であったため、枝打ち高さが高かった。そのため、最大節の直径も若干大きい値となったものと思われる。年間伸長量は、1番玉では、厚岸植栽木の方が大きめであったが、2番玉では、光珠内植栽木の方が明らかに大きかった。細りは、厚岸植栽木の方が大きめであった。曲がりについては立木の選定方法が異なっていたので比較することはできなかった。

第4表 容積密度数と年輪幅

Table 4. The bulk density and annual ring width

植栽地 Locality	系 統 名 Cultivar	容 積 密 度 数 Bulk density (kg/m ³)			年 輪 幅 Annual ring width (mm)		
		平均値 Ave.	最小値 Min.	最大値 Max.	平均値 Ave.	最小値 Min.	最大値 Max.
		厚 岸 Akkeshi	厚 岸 110	307	258	393	3.7
	" 112	279	259	311	3.8	1.6	5.4
	" 114	288	259	316	4.3	2.0	5.4
	" 115	281	240	317	4.6	2.8	6.7
	岩見沢 105	329	281	397	3.3	2.2	5.2
	倶知安 101	308	252	351	3.3	1.4	4.9
	浦 河 1	286	246	363	4.8	3.4	6.6
	" 5	293	271	330	4.1	1.8	5.8
	" 101	300	266	387	4.9	2.1	7.1
	厚岸事業用 総平均値 Total ave.	296	273	315	3.0	1.0	5.2
光 珠 内 Kohshunai	厚 岸 112	291	254	353	4.3	1.7	7.6
	" 114	311	263	359	4.3	2.5	6.5
	" 115	320	285	407	4.3	2.1	5.8
	岩見沢 102	287	249	328	4.9	2.0	7.4
	" 105	305	256	371	4.1	1.8	6.7
	" 107	293	261	326	4.8	2.1	7.9
	倶知安 1	287	246	339	4.0	0.8	7.2
	" 101	284	237	378	5.1	1.8	7.9
	苫小牧 105	292	257	351	4.1	1.8	6.5
	北 見 109	292	270	328	5.1	1.9	7.1
	興 部 4	314	285	404	4.4	1.6	6.8
	名 寄 6	292	238	366	4.4	1.5	6.6
	浦 河 5	296	259	328	4.3	0.4	7.4
	" 104	318	290	413	3.9	1.2	6.3
	岩見沢事業用 総平均値 Total ave.	285	247	340	4.9	1.5	7.6

4. 樹幹内部の調査

年輪幅、偏心、アテ材の発生状況の測定結果を植栽地別に系統ごとの平均値として第3表に示した。

4.1 年輪幅

平均年輪幅は、全体的に厚岸植栽木よりも光珠内植栽木の方が若干広く、地上高別にみても同様であった。また、植栽地の異なる同一系統について比較するとすべて光珠内植栽木の方が広がった。このことは、それぞれの植栽地の気候、土壌条件の違いにより生じたものと思われる。

樹幹内部の年輪幅の水平変動は、すべての供試木で樹心部の方が広く、外側に向うほど狭くなっていた。

4.2 偏心とアテ材の発生状況

偏心は、植栽地による差が明らかで光珠内植栽木の方が大きかった。植栽地の

異なる同一系統どうしを比較しても、光珠内植栽木の方が大きい値を示した。

アテ材の発生状況では、植栽地および系統間で明らかな差はみられなかったが、アテ材の認められた円板でのアテ材部の大きさは、光珠内植栽木の方が若干大きい値を示した。これらの要因としては、植栽地の傾斜、積雪等の生育環境の影響が考えられる。また、光珠内植栽の供試木が間伐対象木で、樹幹の曲がりが大きかったことも原因の一つであると思われる。

5. 容積密度数

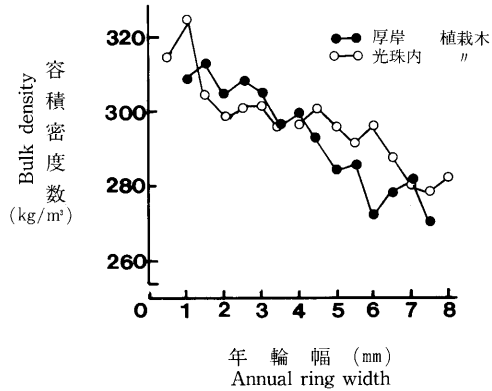
容積密度数と年輪幅の測定結果を第4表に示した。

5.1 植栽地間での比較

容積密度数については、厚岸植栽の各系統の平均値の範囲は279~329kg/m³、総平均値は297kg/m³、最小値は240kg/m³、最大値は397kg/m³であった。光珠内植栽の各系統の平均値の範囲は284~320kg/m³、総平均

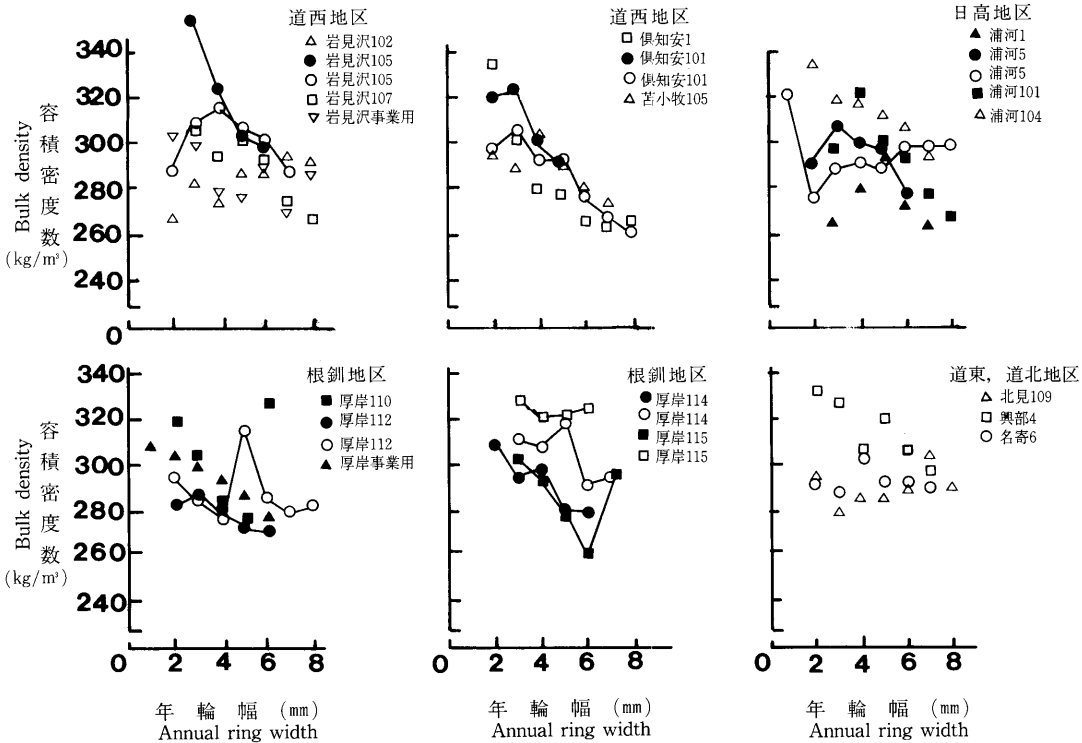
値は298kg/m³、最小値は237kg/m³、最大値は413kg/m³で、植栽地による差はほとんど認められなかった。

容積密度数を測定した試料の年輪幅は、光珠内植栽木の方がバラツキが大きかった。そのため植栽地ごとの総平均値と最大値では、光珠内植栽木の方が大き



第1図 年輪幅と容積密度数の関係

Fig. 1. Relationship between annual ring width and bulk density



第2図 年輪幅と容積密度数の関係

Fig. 2. Relationship between annual ring width and bulk density

ったが、最小値では、逆に厚岸植栽木の方が大きかった。

次に、平均年輪幅と容積密度数の関係を植栽地別にまとめ第1図に示した。図には年輪幅0.5mm刻みで容積密度数を区分し、それぞれの区間の平均値を示してある。

針葉樹では、年輪幅と容積密度数の間に負の相関があることがよく知られている。今回の試験結果でも全体としては従来の見解と同様で、年輪幅が広くなると容積密度数は、ほぼ直線的に低下していた。

同一年輪幅での容積密度数を両植栽地で比較すると、年輪幅の狭い領域では厚岸植栽木の方が光珠内植栽木よりも高かったが、平均年輪幅が4mm以上の広い年輪幅領域では、逆に光珠内植栽木の方が高い値を示した。ただし、これらの植栽地間での差は、年輪幅の広・狭いずれの領域でも10~20kg/m³程度の差であった。

5.2 系統間での比較

平均年輪幅と容積密度数の関係を、種子源と系統ごとにまとめて第2図に示した。(道立林業試験場では種子を採取する際に、道内を、道南、道西、道東、道北、日高、根釧地区の6つに区分し、それぞれの地区を同一の種子源としている。)

各系統の値は供試木3本の平均値であり、この値を用いて、厚岸植栽木を黒、光珠内植栽木を白抜きの記号で示した。また、同一系統で植栽地が異なるものについては実線で結んだ。

この図からは、平均年輪幅と容積密度数の関係が系統によって異なっていることが分かる。前項で述べたように、全体としては年輪幅が広くなると容積密度数は低下するが、中には、年輪幅の増減による容積密度数の変動が小さい系統や、年輪幅が広くなると容積密度数が高くなる系統があった。

容積密度数は、木材の強度性能と密接な関係があるので、年輪幅の広い領域で容積密度数の低下が緩慢な系統や、年輪幅が広くなると容積密度数が高くなる系統等は、材質、強度ともに優れた精英樹として有望であると考えられる。また、林産試験場でこれまでに調査したトドマツ人工林材の平均年輪幅は、4~5mm程

度のものが最も多いことから、年輪幅が4~5mm以上の広い年輪幅領域での容積密度数が高いことも評価の対象となる。以下、これらを種子源別に検討する。

5.2.1 道西地区

容積密度数が平均的に高かった系統は、岩見沢105であるが、厚岸植栽木では、年輪幅の増加にともなって急激な低下がみられた。これ以外の岩見沢系の系統は、年輪幅による容積密度数の変動は小さかったが、平均の容積密度数は低かった。倶知安と苫小牧の系統は、年輪幅の増加にともなう容積密度数の低下傾向が顕著であった。

5.2.2 日高地区

浦河104の容積密度数は、年輪幅の広い領域でもかなり高い値であった。浦河5の光珠内植栽木では、年輪幅の広い領域で容積密度数が高くなり、数値も安定していた。

5.2.3 根釧地区

厚岸114と115の光珠内植栽木の容積密度数が高い値を示し、特に、厚岸115では年輪幅の広・狭によらず安定した値であった。これらの系統は、厚岸植栽木ではやや低く、また、年輪幅の増加にともなう容積密度数の低下傾向も光珠内植栽木に比べ顕著であった。これ以外の厚岸系統のものは、容積密度数の低下が比較的緩慢で高い値を示した。

5.2.4 道東および道北地区

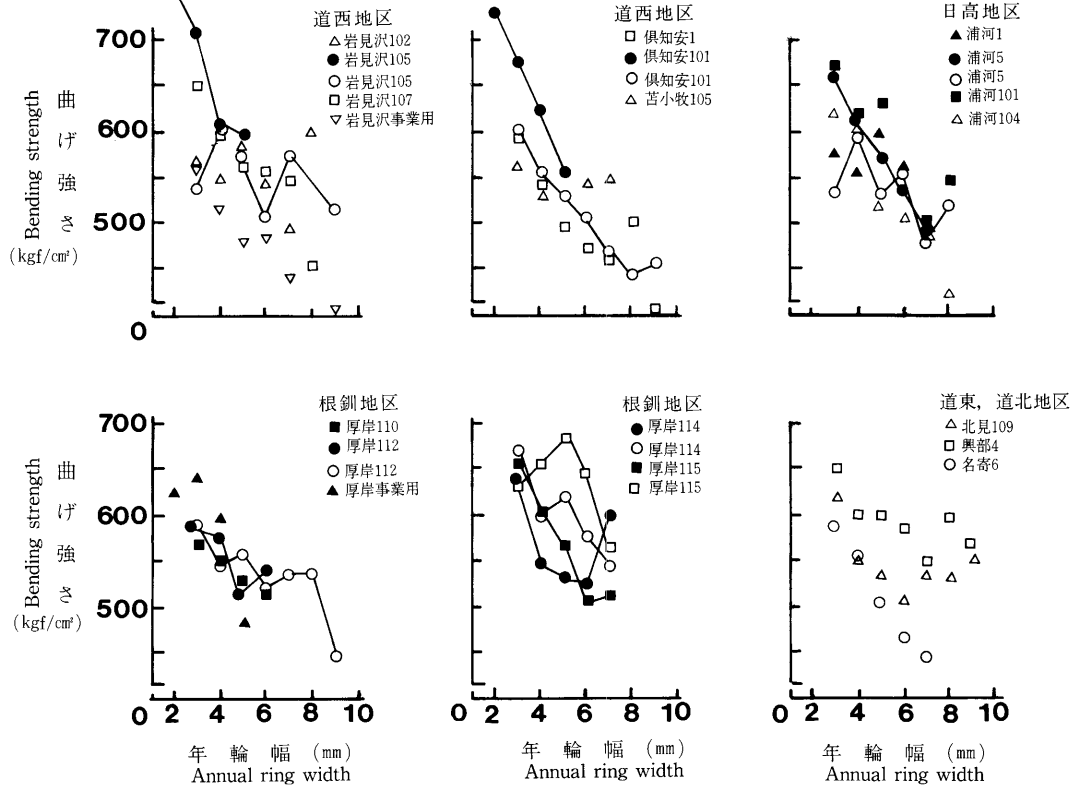
興部4の容積密度数は、年輪幅の狭い領域で高く、年輪幅が広がっても低下は比較的緩慢であった。北見109と名寄6の容積密度数は、年輪幅の変動に関わらず安定していたが、平均値ではやや低めであった。

6. 収縮率

収縮率の測定にあたっては、全供試木を対象に含水率1%当りの平均収縮率、生材から気乾までの収縮率および、生材から全乾までの全収縮率を求めた。結果は、供試木間のみならず植栽地を異にする同一系統間でもほとんど差がなかった。これらの値は、トドマツについてすでに報告されている値⁹⁾に比べやや小さめであった。

第5表 無欠点小試験体の強度試験結果
Table 5. Results of strength tests in clear specimens

植栽地 Locality	系統名 Cultivar	年輪幅 Annual ring width (mm)			気乾比重 Specific gravity based on air dry			曲げ強さ Bending strength (kgf/cm ²)			曲げヤング係数 Modulus of elasticity in static bending (tonf/cm ²)			縦圧縮強さ Compressive strength (kgf/cm ²)			
		平均値 Ave.	最小値 Min.	最大値 Max.	平均値 Ave.	最小値 Min.	最大値 Max.	平均値 Ave.	最小値 Min.	最大値 Max.	平均値 Ave.	最小値 Min.	最大値 Max.	平均値 Ave.	最小値 Min.	最大値 Max.	
厚岸 Akkeshi	110	3.6	2.6	5.1	0.35	0.32	0.41	548	504	602	89	70	105	314	281	368	
	"	3.8	2.3	5.5	0.35	0.31	0.38	555	482	638	84	66	106	306	269	348	
	"	4.3	2.8	5.6	0.36	0.32	0.44	565	453	657	81	69	97	303	257	346	
	"	4.5	3.1	6.0	0.35	0.30	0.41	568	453	680	86	65	111	307	253	389	
	岩見沢	3.2	1.8	5.5	0.41	0.36	0.47	647	556	809	93	61	123	350	310	428	
	倶知安	3.2	2.2	4.5	0.40	0.34	0.45	641	525	746	88	57	110	324	311	377	
	浦	4.9	2.7	6.9	0.35	0.30	0.42	580	439	717	87	60	113	295	245	362	
	"	4.2	2.3	5.8	0.37	0.32	0.44	595	481	695	86	60	105	285	250	330	
	"	5.0	3.0	7.4	0.37	0.32	0.43	589	438	747	86	54	110	290	249	352	
	厚岸事業用	3.1	1.7	4.7	0.37	0.32	0.40	593	391	708	79	51	104	302	260	350	
	総平均値	4.0			0.37			588			86			308			
	光珠内 Kohshunai	112	4.7	2.7	7.5	0.36	0.32	0.42	545	454	648	84	63	97	290	246	366
		"	4.5	2.4	7.0	0.38	0.33	0.44	601	494	754	88	61	108	334	250	398
		"	4.0	2.5	6.2	0.39	0.35	0.47	660	566	815	100	71	122	349	299	428
岩見沢		5.2	2.2	7.6	0.35	0.31	0.39	549	428	647	85	59	102	300	268	336	
"		4.2	2.7	6.3	0.37	0.30	0.42	576	459	735	91	67	120	317	254	364	
"		4.7	2.8	7.2	0.37	0.32	0.42	574	460	653	88	60	104	306	251	353	
倶知安		4.1	2.0	6.6	0.35	0.30	0.40	528	387	620	80	51	105	284	241	357	
"		5.5	2.4	7.8	0.34	0.29	0.40	507	428	596	78	53	108	271	216	358	
苫小牧		4.3	2.6	6.7	0.36	0.32	0.40	545	474	645	85	68	111	315	284	370	
北見		5.4	3.0	7.7	0.35	0.32	0.38	538	467	622	77	47	97	284	227	344	
興名		4.8	2.5	8.2	0.38	0.34	0.42	601	503	696	85	57	106	301	242	369	
浦		4.5	2.3	6.3	0.34	0.29	0.41	519	388	757	72	36	94	270	211	312	
"		5.1	2.5	8.1	0.36	0.33	0.40	551	484	615	87	63	107	304	260	353	
岩見沢事業用		4.0	2.2	6.8	0.39	0.34	0.45	566	420	646	93	62	121	327	279	381	
総平均値	5.0	2.5	7.1	0.34	0.31	0.38	484	401	641	72	46	102	262	224	306		
総平均値	4.7			0.36			528			80			284				



第3図 年輪幅と曲げ強さの関係

Fig. 3. Relationship between annual ring width and bending strength

7. 強度性能

材料の木取りは、素材から心持ち柁目板を採材し、その板を外側から樹心部まで連続木取りとしたので、試験体の中には心割り状態のもの（一部髄のあるもの）も含まれている。これらの数値を全て試験値として取りまとめ、第5表に示した。

7.1 植栽地間での比較

強度試験に用いた試験体の平均年輪幅を植栽地ごとの総平均値で比較すると、光珠内植栽木の方が比較的広がった。一方、気乾比重では植栽地による違いはみられなかった。曲げ強さ、曲げヤング係数および縦圧縮強さでは、いずれも厚岸植栽木の方が高かった。

7.2 系統間での比較

平均年輪幅と曲げ強さの関係を種子源別に、系統ごとに平均して、第3図に示した。なお、図中の記号は第2図と同じである。

7.2.1 道西地区

厚岸植栽の岩見沢105と倶知安101の強度が非常に高かったが、年輪幅が広くなると急激に低下している。また、光珠内植栽の倶知安1、同101および岩見沢事業用の強度は、年輪幅の狭い部分でも比較的強く、年輪幅の増加にともなう強度の低下も顕著であった。岩見沢102、同107および苫小牧105は、年輪幅による強度への影響が少なかった。岩見沢105と倶知安101は、供試木を両植栽地から得ているが、強度はいずれも厚岸植栽木の方が高かった。

7.2.2 日高地区

浦河5は、光珠内植栽木では厚岸植栽木に比べ強度が低かったが、年輪幅の増加にともなう強度の低下は光珠内植栽木の方がやや緩慢であった。

7.2.3 根釧地区

光珠内植栽の厚岸114と115の強度値が他の系統より

高かった。また、両植栽地から供試木を得ている3系統は、いずれも光珠内植栽木の方が厚岸植栽木よりも高い強度値を示した。

7.2.4 道東および道北地区

興部4は、年輪幅の広・狭によらず曲げ強度は強く安定していたが、曲げヤング係数と圧縮強度がやや低い値を示した。北見109の曲げ強度は、年輪幅の広・狭

による変動は小さいが、平均するとやや低めの値であった。名寄6は、年輪幅の広・狭による強度変化が大きかった。

8. 考察

精英樹次代検定林から生長の良い17系統を選び、一連の試験を行った結果、同一年輪幅を持つものであ

第6表 全数の試験体が強度の下限值⁹⁾以上の系統
Table 6. The cultivars having the strength which were greater than the lower limits set as the standards⁹⁾ in all samples

植栽地 Locality	系 統 名 Cultivar	年 輪 幅 Annual ring width (mm)		容 積 密 度 数 Bulk density (kg/m ³)		曲 げ 強 さ Bending strength (kgf/cm ²)	
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最小 Min.	平均 Ave.	最小 Min.
厚 岸	厚 岸 110	3.6	5.1	307	258	548	504
"	" 114	4.3	5.6	288	259	565	453
光 珠 内	" 114	4.5	7.0	311	263	601	484
厚 岸	" 115	4.5	6.0	281	240	568	453
光 珠 内	" 115	4.0	6.2	320	280	660	566
厚 岸	岩見沢 105	3.2	5.5	329	281	647	556
光 珠 内	" 105	4.2	6.3	305	256	576	459
"	" 107	4.7	7.2	293	261	574	460
"	苫小牧 105	4.3	6.7	292	257	545	474
厚 岸	浦 河 5	4.2	5.8	293	271	595	481
光 珠 内	" 5	5.1	8.1	296	259	551	484
	総平均値 Total ave.	4.2		303		585	

第7表 一部の試験体が強度の下限值⁹⁾以下の系統
Table 7. The cultivars having the strength which were lower than the lower limits set as the standards⁹⁾ in partial samples

植栽地 Locality	系 統 名 Cultivar	年 輪 幅 Annual ring width (mm)		容 積 密 度 数 Bulk density (kg/m ³)		曲 げ 強 さ Bending strength (kgf/cm ²)	
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最小 Min.	平均 Ave.	最小 Min.
厚 岸	厚 岸 112	3.8	5.5	279	259	555	482
光 珠 内	" 112	4.7	7.5	291	254	545	454
"	岩見沢 102	5.2	7.6	287	249	549	428
"	倶知安 1	4.1	6.6	287	246	528	387
厚 岸	" 101	3.2	4.5	308	252	641	525
光 珠 内	" 101	5.5	7.8	284	237	507	428
"	北 見 109	5.4	7.7	292	270	538	467
"	興 部 4	4.8	8.2	314	285	601	503
"	名 寄 6	4.5	6.3	292	238	519	388
厚 岸	浦 河 1	4.9	6.9	286	246	580	439
"	" 101	5.0	7.4	300	266	589	438
光 珠 内	" 104	4.0	6.8	318	290	566	420
厚 岸	厚岸事業用	3.1	4.7	296	273	593	391
光 珠 内	岩見沢事業用	5.0	7.1	285	247	484	401
	総平均値 Total ave.	4.6		292		556	

ても、系統や植栽地によって容積密度数や強度の値が異なっていた。またさらに、同一系統内でも供試木間で差の大きいものがあった。本試験は、有望系統の選抜を目的としているので、ここでは系統間の比較に重点をおいて考察する。

今回試験したトドマツは若齢木のため、樹幹のほとんどが未成熟材部で占められている。そのため「日本の木材」⁹⁾に示されているトドマツ材の下限値以下のものもあった。そこで、今回試験して得た強度値をこの下限値を一つの目安として検討した。なお、これらの下限値は、曲げヤング係数が60tonf/cm²、曲げ強さが450kgf/cm²、縦圧縮強さが250kgf/cm²となっている。

この下限値以上の系統を第6表にまとめた。

表には、植栽地が厚岸あるいは光珠内のいずれかにあった系統の3本の供試木から得た試験体のすべてが、この下限値以上のものと、供試木を両植栽地から得た系統で、供試木6本のすべての試験体がこの下限値以上のものを示した。この下限値以上の各系統の年輪幅の総平均値は、4.2mmで最大は8.1mm、容積密度数の総平均値は303kg/m³で、最小値は240kg/m³、曲げ強さの総平均値は585kgf/cm²で、最小値は453kgf/cm²であった。

第7表には、下限値以下の系統をまとめた。表には、樹幹内の一部分で強度の

値が低く、上記の下限値以下の試験体があった系統を示した。表の中で、厚岸植栽の厚岸112は、すべての試験体の強度値が下限値以上であったが、同一系統の光珠内植栽木の2本がこの下限値以下であったため、この表にあげた。その他の系統では、3本の供試木のうち1～2本、系統によっては3本すべての強度の値が低かった。下限値以下であった系統の年輪幅は、総平均値で4.6mm、最大値は8.2mm、容積密度数は総平均値で292kg/m³、最小値は237kg/m³、曲げ強さは総平均値で556kg f/cm²、最小値は387kg f/cm²であった。

これらの値を、これまでに林産試験場で試験した一般の人工林トドマツの値に比べてみると、第6表に示した系統では、容積密度数、曲げヤング係数、曲げ強度の値が、若齢木であるにも関わらず一般の人工林トドマツ材の成熟材部の値とほぼ同等であった。ただし、縦圧縮の強さは低めであった。一方、第7表に示した系統は、容積密度数および強度の値が、全体的に低めであった。

9. まとめ

以上の結果から、第6表にあげた系統の立木が主伐期まで順調に生育すれば、現在までに出材されている人工林のトドマツ材よりも優れた材料になる可能性が

高い。これからは、肥大生長も良く、容積密度数および強度が高い値を示した系統を優先的に育成していくことが望ましい。また、系統に関わらず容積密度数や強度が特に高い値を示した個体の増殖、育成も必要であろうと考える。

文 献

- 1) 大久保勲ほか2名：林産試月報，**393**，1 (1984)
- 2) 高橋政治ほか2名：林産試月報，**408**，1 (1986)
- 3) 山本 宏ほか2名：木材学会道支部講演集，**7**，13 (1975)
- 4) 林産試験場：試験結果報告書—美深産トドマツ人工林材の材質— (1986)
- 5) 林産試験場：試験結果報告書—厚岸産トドマツ人工林材の材質— (1987)
- 6) 川口信隆ほか2名：林産試場報，**3**，1，8 (1989)
- 7) 高橋政治ほか2名：林産試場報，**2**，1，27 (1988)
- 8) 高橋政治ほか3名：林産試場報，**4**，5，5 (1990)
- 9) 日本の木材：日本木材加工技術普及協会 (1984)

—利用部 材質科—

—*技術部 乾燥科—

(原稿受理 平4. 12. 8)