

# アカエゾマツ造林木の材質検定（I）

—一般造林木の材質—

安久津 久

## Testing of Wood Qualities of *Picea glehnii* plantation (I)

-Wood qualities of general planted trees-

Hisashi AKUTSU

Studies were made on wood qualities of a 43-year stand *Picea glehnii* on a plantation in Nakashibetsu. The results of the studies are summarized as follows :

- 1) Wood density measured by X-ray densitometry of dominant trees was 0.39g/cm<sup>3</sup>, smaller than that of standard or inferior trees. The differences of value were due to early wood density.
- 2) Shrinkage was almost the same as in a previous test.
- 3) The strength of these trees was similar to that of *Picea jezoensis* except for dominant trees.

*Keywords* : *Picea glehnii*, timber from plantation, wood quality, X-ray densitometry, bending strength  
アカエゾマツ, 人工林材, 材質, X線デンシトメトリ, 曲げ強度

中標津産の林齢43年生のアカエゾマツ造林木の材質試験を行った。結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) 軟X線デンシトメトリでの年輪解析の結果、優勢木の容積密度は0.39g/cm<sup>3</sup>で、劣勢木と標準木よりも小さい値であった。これは、早材容積密度が小さいためであった。
- 2) 収縮率は既往の報告の値と同程度であった。
- 3) 強度値は優勢木を除けばエゾマツ天然木と同程度であった。

### 1. はじめに

アカエゾマツの造林面積は他の造林樹種の造林面積が減少する中ここ数年、毎年ほぼ一定で、約2000haで推移している。アカエゾマツ天然木は、一般建築材として優れた性質を持っている。また、ピアノの響板としても利用されることから高級材のイメージがある。アカエゾマツの造林は歴史が浅く、その材質を調査した報告は道有林北見経営区のアカエゾマツ<sup>1,2)</sup>程度であったが、ここ数年間に各機関での調査結果は数編報告されている。

林産試験場材質科では平成6年度に中標津産のアカエゾマツ造林木について試験を実施したのでその結果を報告する。

### 2. 試験木の概要

供試木は、中標津営林署管内の252林班のアカエゾマツ一般造林木である。このアカエゾマツは、昭和25年に山引き苗を植栽したものである。植栽本数等是不明である。伐採当時（平成5年の秋）林齢43年であった。防風林としての目的のために植栽されたため、枝打ちは行われておらず、第1図のように胸高部まで枯れ枝が残っていた。この林分から、標準木（胸高直径25cm程度）、優勢木（同30cm）、劣勢木（同17cm）各3本ずつを選定した。材質試験には材長3.7mに玉切したそれぞれの1番玉を用いた。これらの供試木には便宜上No. 1～N0. 9の番号を付けた。その概要を第1表に示した。



第1図 アカエゾマツの立木  
Fig. 1. Standing tree of *Picea glehnii* plantation.

### 3. 試験項目および試験方法

試験項目は、軟X線デンシトメトリ法による年輪解析、収縮率試験、無欠点小試験体での強度試験であった。

各供試木の偏心のない方向から、髄を含む柃目板を製材し、相対する2方向から年輪解析試料、収縮率試験試料および強度試験試料を得た。各試験を行った部位は、年輪解析は胸高部、収縮率試験は地上高1.5m、強度試験は同1.8mであった。

年輪解析用試料は厚さ(繊維方向)2mmに切削し、含水率15%に調整した。X線撮影には、ソフテックスCMB2型を用い、撮影条件を電圧19kV、電流2.5mAで照射時間34秒とした。フィルムの濃度測定は、コニカメディカル社製マイクロフォトメータ2111型で行った。

収縮率試験試料は断面20mmで繊維方向50mmとし、生材状態、気乾状態、全乾状態で測定した。得られた結果から、気乾状態、全乾状態までの収縮率と含水率1%に対する平均収縮率を求めた。

強度試験は、曲げ試験と圧縮試験をJISの試験法に準拠して行った。

## 4. 結果と考察

### 4.1 年輪解析

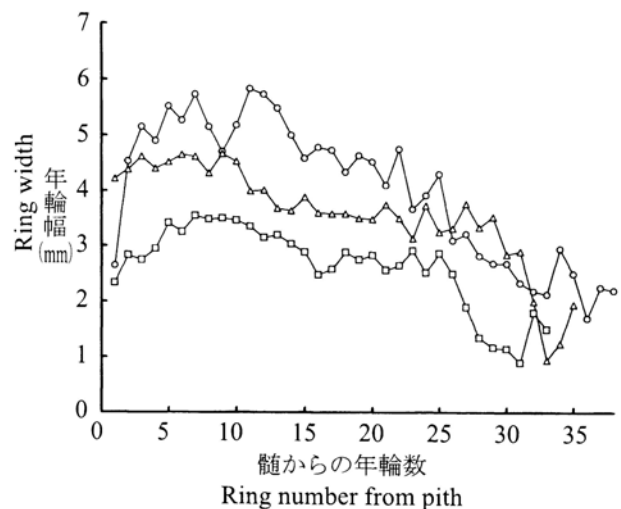
アカエゾマツの年輪ごとの形質の変動を見るた

第1表 供試木の胸高直径  
Table 1. D.B.H. of tested trees.

区分 Classification	供試木番号 Tested tree number	胸高直径 D.B.H. (cm)	平均 Ave. (cm)
優勢木 Dominant trees	1	30	30
	2	30	
	3	30	
標準木 Standard trees	4	24	25
	5	26	
	6	26	
劣勢木 Inferior trees	7	18	17
	8	16	
	9	16	

第2図、第3図に年輪幅と容積密度の樹幹内変動を示した。これらの図は、優勢木、標準木、劣勢木の各3本の平均値を示したものであるが、第2図から、年輪幅は優勢木は5mm程度で推移し、25年以降急激に減少した。標準木と劣勢木はそれぞれ4mm、3mm程度で推移し、優勢木と同様に25年以降急激に減少した。これは、ここ数年間でこの林地がうっ閉したものと想われた。第3図に示すように、容積密度はいずれの供試木でも樹心部で高く、徐々に減少し、その後の変動は小さくなり、年輪幅が減少した25年以降に容積密度も増加していた。

各供試木の年輪解析結果を第2表に示した。この造林木は、外側の20年輪を平均して比較した。千葉ら

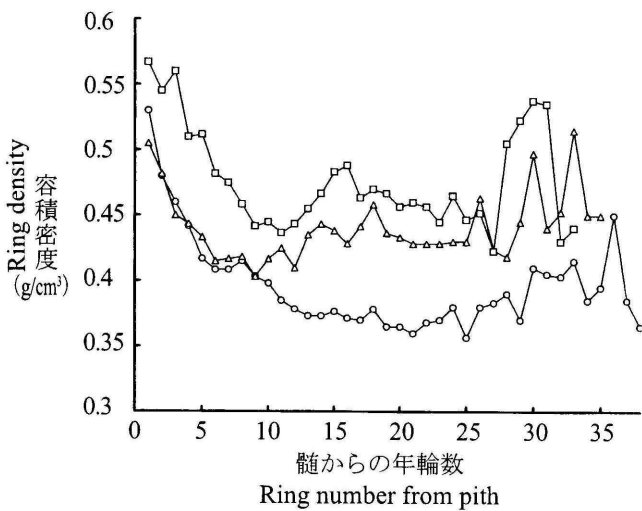


第2図 髄からの年輪数に伴う年輪幅の変動

凡例：—○—：優勢木，—△—：標準木，—□—：劣勢木  
Fig. 2. Variation of ring width with ring number from pith.

Legend：—○—：Dominant tree，—△—：Standard tree，  
—□—：Inferior tree.

もアカエゾマツの容積密度を外側の20年輪を平均して比較している<sup>3,4)</sup>。第2表から、年輪幅は優勢木の3本の平均では3.6mmで、標準木と劣勢木はそれぞれ3.3mmと2.6mmであった。容積密度は優勢木で0.38~0.39g/cm<sup>3</sup>に対し、標準木は0.42~0.46g/cm<sup>3</sup>、劣勢木は0.45~0.47g/cm<sup>3</sup>であった。また、早材容積密度は、優勢木では0.31~0.33g/cm<sup>3</sup>で、標準木と劣勢木は優勢木に比べ、0.05~0.08g/cm<sup>3</sup>も大きく、径級による差があった。晩材容積密度は0.69~0.73g/cm<sup>3</sup>で、径級による差はなかった。以上の結果から、早材容積密度の差が大きく、優勢木と劣勢木では明らか



第3図 髄からの年輪数に伴う容積密度の変動  
 凡例：—○—：優勢木，—△—：標準木，—□—：劣勢木  
 Fig. 3. Variation of ring density with ring number from pith.  
 Legend：—○—：Dominant tree，—△—：Standard tree，—□—：Inferior tree.

かに性質の異なるものと思われた。また、道有林北見経営区のアカエゾマツ<sup>1)</sup>の結果でも、年輪幅の小さいものが必ずしも容積密度が大きいということではなく、性質の異なるものがあると推察された。

4.2 収縮率

収縮率の測定結果を第3表に示した。今回の測定では、径の大小によって大きな差がなかった。この表から含水率1%に対する平均収縮率について見ると、T方向（接線方向）では0.29~0.32%、R方向（半径方向）では0.11~0.12%、L方向（繊維方向）では0.011~0.012%であった。この値を道有林北見経営区のアカエゾマツ<sup>1)</sup>の値と比較すると、T方向で今回の結果が0.05%程度大きく、R方向では一致していた。一般に収縮率は容積密度の大きなものほどその値が大きいとされているが、アカエゾマツの場合、容積密度が異なってもそれほど大きな差がなかった。

4.3 強度性能

髄からの距離に伴う圧縮強さ、曲げ強さ、曲げヤング係数の変動を第4図~第6図に示した。これらの図から髄に近い部分でも明らかに劣勢木の強度値が優勢木よりも大きくなっていった。劣勢木は髄から外側に向かって強度値が急増しているのに対し、優勢木は横ばいが微増で推移していた。標準木に関しては、No.6は圧縮強さと曲げヤング係数の値がやや小さく、優勢木と同様な推移を示した。他の2本は劣勢木と同様な推移を示した。

第2表 軟X線デンシトメトリ法による年輪解析結果  
 Table 2. Results of ring analysis by soft X-ray densitometry.

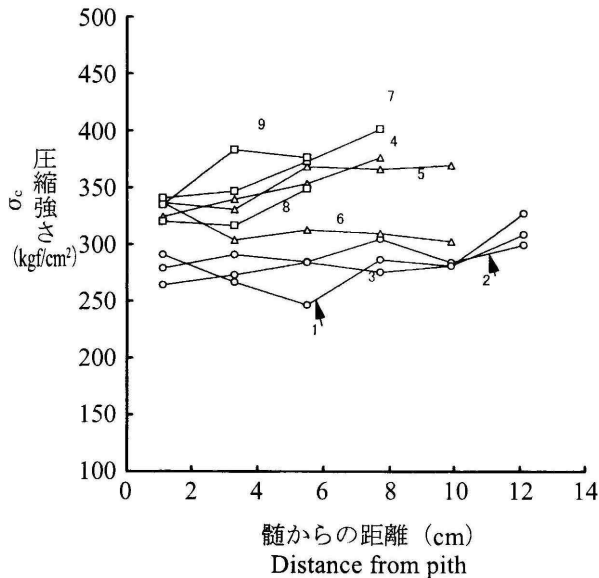
区分 Classification	供試木番号 Tested tree number	年輪幅 Ringwidth (mm)	晩材幅 Latewood width (mm)	容積密度 Ringdensity (g/cm <sup>3</sup> )	早材容積密度 Earlywood density (g/cm <sup>3</sup> )	晩材容積密度 Latewood density (g/cm <sup>3</sup> )
優勢木 Dominant trees	1	3.6	0.48	0.38	0.31	0.73
	2	3.9	0.46	0.38	0.33	0.69
	3	3.4	0.56	0.39	0.31	0.70
標準木 Standard trees	4	3.6	0.60	0.42	0.36	0.72
	5	3.3	0.81	0.46	0.38	0.71
	6	3.0	0.49	0.42	0.36	0.69
劣勢木 Inferior trees	7	3.2	0.69	0.47	0.39	0.71
	8	1.9	0.47	0.47	0.38	0.70
	9	2.6	0.56	0.45	0.38	0.71

注：外側20年輪での結果  
 Note: The values are test results from 20 years outer part.

第3表 収縮率の試験結果  
Table 3. Results of shrinkage tests .

区分 Classification	収縮率(%) Shrinkage							容積密度 Density in air dry (g/cm <sup>3</sup> )
	気乾まで From green to air dry		全乾まで From green to oven dry		含水率1%当り Per 1% of m.c.			
	T	R	T	R	T	R	L	
優勢木 Dominant trees	2.9-3.9-5.4	0.4-0.8-1.7	7.2-8.8-10.2	1.4-2.5-3.3	0.32	0.11	0.011	0.39
標準木 Standard trees	2.3-4.1-5.6	0.5-1.1-2.4	4.7-9.0-10.2	2.2-3.1-5.1	0.31	0.12	0.011	0.45
劣勢木 Inferior trees	2.1-3.7-4.6	0.2-1.3-2.8	5.7-8.4- 9.9	1.6-3.3-4.7	0.29	0.12	0.012	0.46

注：T：接線方向，R：半径方向，L：繊維方向  
気乾含水率は15.3%～17.5%  
Note：T：Tangential direction，R：Radial direction，L：Axial direction.  
The range of air dry in m.c. was 15.3 to 17.5%.



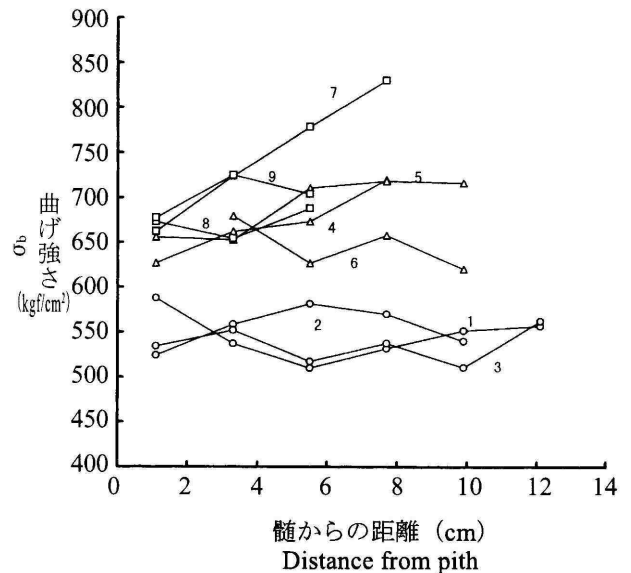
第4図 髄からの距離に伴う圧縮強さの変動

注：図中の番号は、供試木番号を示す。  
Fig.4.Variation compressive strength with distance from pith.

Note：Numbers in figure are tested tree number.

また、曲げ強さと圧縮強さでNo.1，No.3，No.6のように一部の供試木で、髄に極めて近い部分でも強度値が小さくないものもあった。このことから、アカエゾマツについては、一般に言われている未成熟材部で強度値が小さいという考え方に適合しないものもあり、今後、繊維長やマイクロフィブリル傾角等の細胞レベルでの調査も必要と思われた。

強度試験の結果を第4表に一括して示した。この表のエゾマツとトドマツの値は「日本の木材」（日本木材加工技術協会編）から引用したものである。第4表

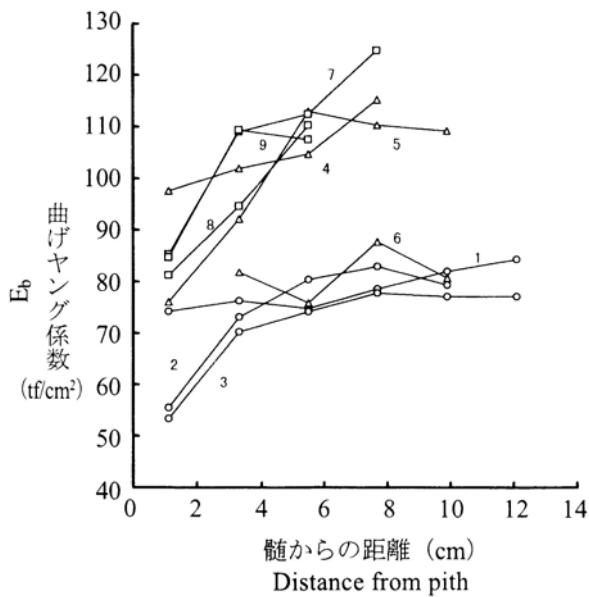


第5図 髄からの距離に伴う曲げの強さの変動

注：図中の番号は、供試木番号を示す。  
Fig.5.Variation of bending strength with distance from pith.

Note：Numbers in figure are tested tree number.

から、標準木と劣勢木の強度値は、供試木No.6を除けば、エゾマツ天然木の平均値とほぼ同等の値であった。供試木No.6は優勢木よりも強度値は大きく、トドマツ天然木とほぼ同等の値であった。優勢木はトドマツ天然木よりも強度値は小さく、トドマツ造林木と同じ程度であった<sup>4)</sup>。また、これらの値を過去に調査した道有林北見経営区のアカエゾマツの強度値<sup>1)</sup>と比較すると、標準木と劣勢木はほぼ同様な値を示し、優勢木は劣っていた。以上のことから、造林木で、天然木と同等の強度性能を有するための条件は容積密度で



第6図 髄からの距離に伴う曲げヤング係数の変動

注：図中の番号は、供試木番号を示す。

Fig.6. Variation of Young's modulus with distance from pith.

Note : Numbers in figure are tested tree number.

は0.45g/cm³と推察された。

5. まとめ

軟X線デンシトメトリでの年輪解析の結果、優勢木の容積密度は0.39g/cm³で、劣勢木と標準木よりも小さい値であった。これは、早材容積密度が小さいためであった。収縮率は、径の大小によって大きな差がなかった。劣勢木の強度値は天然エゾマツと同程度で

あった。優勢木の強度値は小さく、トドマツ一般造林木と同程度であった。

以上のことから山引き苗を用いた造林では、成長量や材質の異なった林分を形成する可能性が大きく、管理の難しい森林となる可能性が高い。今後、精英樹クロンの材質を検討し、その中から優良なクロンを用いた増殖技術の開発が必要と思われた。

文 献

- 1) 川口信隆, 高橋政治, 大久保勲 : アカエゾマツ人工林材の材質 (第1報), 林産試験場月報, 416, 1-10 (1986).
- 2) 川口信隆, 高橋政治, 大久保勲 : アカエゾマツ人工林材の材質 (第2報), 林産試験場月報, 419, 1-9 (1986).
- 3) 千葉 茂, 永田義明 : アカエゾマツ高容積重個体の選抜 (1), 北海道の林木育種, 33 (1), 1-4 (1990).
- 4) 千葉 茂, 野掘嘉裕, 永田義明 : アカエゾマツ高容積重個体の選抜 (2), 北海道の林木育種, 34 (2), 1-3 (1991).
- 5) 高橋政治 ほか3名 : トドマツ精英樹系統の材質評価, 林産試験場報, 457, 14-24 (1993).

—利用部 材質科—

(原稿受理 : 1997. 3. 18)

第4表 強度試験結果  
Table. 4. Results of mechanical tests.

区 分 Classification	供試木番号 Tested tree number	年輪幅 Ringwidth (mm)	容積密度 $\rho$ (g/cm³)	圧縮強さ $\sigma_c$ (kgf/cm²)	曲げ強さ $\sigma_b$ (kgf/cm²)	曲げヤング係数 $E_b$ (tf/cm²)
優勢木 Dominant trees	1	4.6	0.38	274 ~ 283 ~ 328	510 ~ 546 ~ 588	74 ~ 78 ~ 84
	2	4.8	0.40	279 ~ 291 ~ 305	524 ~ 555 ~ 582	55 ~ 74 ~ 83
	3	4.8	0.40	267 ~ 281 ~ 309	511 ~ 536 ~ 562	53 ~ 72 ~ 78
標準木 Standard trees	4	4.2	0.43	324 ~ 349 ~ 378	627 ~ 671 ~ 720	98 ~ 105 ~ 115
	5	4.2	0.45	331 ~ 354 ~ 370	653 ~ 691 ~ 719	76 ~ 100 ~ 113
	6	4.2	0.45	303 ~ 313 ~ 337	621 ~ 646 ~ 679	76 ~ 82 ~ 88
劣勢木 Inferior trees	7	3.4	0.47	341 ~ 366 ~ 402	662 ~ 749 ~ 830	85 ~ 108 ~ 125
	8	3.4	0.43	317 ~ 329 ~ 349	654 ~ 672 ~ 688	81 ~ 95 ~ 110
	9	3.5	0.46	335 ~ 365 ~ 377	678 ~ 702 ~ 704	85 ~ 101 ~ 109
エゾマツ <i>Picea jezoensis</i>	—	—	0.43	300 ~ 350 ~ 430	550 ~ 700 ~ 850	70 ~ 90 ~ 120
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	—	—	0.40	250 ~ 350 ~ 450	450 ~ 650 ~ 800	60 ~ 80 ~ 110

注 : 平均含水率は15.0%

Note: Average m.c. was 15.0%