

# 函館産トドマツ人工林材からの製材の材質

大久保 勲 高橋 政治  
川口 信隆

## The Properties of Sawed Squares of Plantation-Grown Todomatsu from Hakodate

Isao OKUBO Masaji TAKAHASHI  
Nobutaka KAWAGUCHI

Tests were performed on the grades and strength properties of the sawed squares, 10.5 × 10.5 × 365 cm, of 44-year-old plantation-grown todomatsu from Hakodate. The results are summarized as follows:

- (1) The boxed heart and the side-cut had different defects after drying: the former suffered from large surface checks and twists, while the latter had extremely small defects.
- (2) The strength of the boxed heart was small owing to its clustered knots. On the other hand, the side-cut cleared the standard strength of the national building code.
- (3) The strength of Hakodate todomatsu was smaller than that of natural todomatsu as well as of plantation-grown todomatsu from other areas. This was mainly due to the good growth of the Hakodate todomatsu.

函館産44年生トドマツ人工林材からの製材の材質試験を行って次の結果を得た。

- (1) 製材の乾燥による損傷のあらわれかたは木取りによって異なり、心持ち材は割れ、ねじれが大きく発生した。心去り材は大きな欠点の発生はない。
- (2) 製材の強度についても、心持ち材は輪生節の影響で弱かった。心去り材は建築基準法に決められている材料強度の基準以上の強度性能を持っている。
- (3) 天然林材と比較すると強度性能は小さい。また、他の人工林材との比較でも生長が良好な為と思われるが若干低い値であった。

### 1. はじめに

本道におけるトドマツ人工林の面積は約70万haにおよび、造林されている樹種では一番多い。今後、間伐材を含めて出材増が予想され、その利用を検討する時期が来ていると思われる。

この試験は、肥大生長の良好なトドマツ人工林材を製材用原木として利用する場合の適性を検討したもの

である。

### 2. 供試材料

供試材料は函館林務署管内南茅部町産のトドマツ人工林材で、昭和13年植栽、昭和57年11月伐採したもので44年生であった。立木は10本で、これから3.65mに玉切りし、原木丸太39本を得た。

第1表に試験立木の玉番別の末口径を示す。

はやや大きいようである。これは函館産トドマツの肥大生長が良好なためと思われる。

### 3. 原木品質及び立木の細り

供試原木を日本農林規格に従って素材区分及び等級格付けを行った。結果を第2表に示す。

これによると、大の素材（末口径30cm以上）が6本、中の素材（末口径14～28cm）27本及び小の素材（末口径13cm以下）が6本であった。

大の素材と中の素材の等級はすべて節で決まり、1等材が6本、2等材が3本、3等材24本であった。小の素材は曲がりのみで等級が決まるが、すべて1等材であった。

次に、立木の幹の細りを末口径から1mあたりに換算した結果を第3表に示す。元口径が分からないので1番玉は不明であるが、2番玉で1.4cm、3番玉1.5cm、4番玉で1.7cm 5番玉で2.1cmとなった。雄武産<sup>1)</sup>や当麻産<sup>2)</sup>のトドマツ人工素材と比較して函館産の細り

第1表 函館産トドマツ素材の末口径 (cm)

| 立木<br>番号 | 玉 切 り 番 号 |      |      |      |      |
|----------|-----------|------|------|------|------|
|          | 1         | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 1        | 28.5      | 25.2 | 20.6 | 14.2 | —    |
| 2        | 27.3      | 22.7 | 14.2 | —    | —    |
| 3        | 33.6      | 30.5 | 25.3 | 19.6 | 12.6 |
| 4        | 36.0      | 30.0 | 27.6 | 22.0 | 13.8 |
| 5        | 34.2      | 26.6 | 19.6 | 11.8 | —    |
| 6        | 28.6      | 24.5 | 18.5 | 10.8 | —    |
| 7        | 29.4      | 21.0 | 14.0 | —    | —    |
| 8        | 27.6      | 23.0 | 18.3 | 10.7 | —    |
| 9        | 26.8      | 23.2 | 18.5 | 9.6  | —    |
| 10       | 31.5      | 26.0 | 21.0 | 6.8  | —    |

第2表 トドマツの素材品質（JASによる等級）

| 素材区分         | 本数 | 等級             | 本数           | 採材位置 | 本数 |
|--------------|----|----------------|--------------|------|----|
| 小<br>8～13cm  | 6  | 1等             | 6            | 4番玉  | 4  |
|              |    |                |              | 5 "  | 2  |
| 中<br>14～28cm | 27 | 1等<br>2等<br>3等 | 4<br>1<br>22 | 1番玉  | 6  |
|              |    |                |              | 2 "  | 8  |
|              |    |                |              | 3 "  | 10 |
| 大<br>30cm～   | 6  | 1等<br>2等<br>3等 | 2<br>2<br>2  | 1番玉  | 4  |
|              |    |                |              | 2 "  | 2  |
|              |    |                |              | 3 "  | 2  |

### 4. 角材の品質

#### 4.1 角材の等級

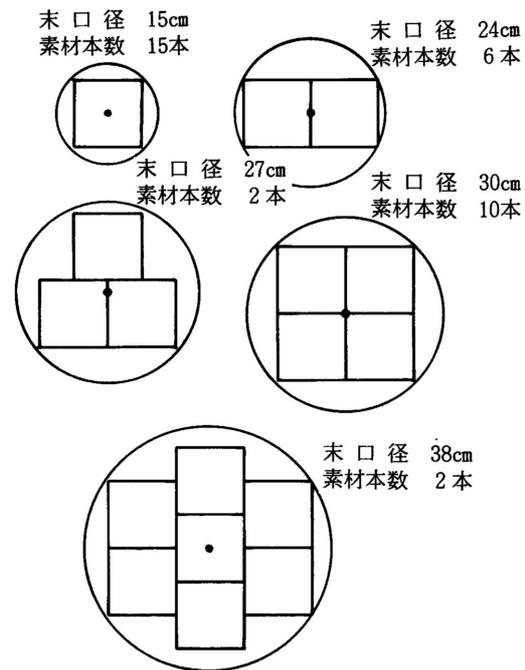
試験用原木のうち、中の素材1本と小の素材4本を除いた35本から一般建築材に最も多く使用される材種である10.5cm正角材を主に木取るように製材した。角材の木取ら図を末口径別に第1図に示す。

得られた角材は心持ち材27本、心割り材8本、心去り材50本の計85本であった。

製材直後と夏期約3カ月天然乾燥後の角材の欠点を

第3表 トドマツ素材の細り

| 採材位置 | 地上高<br>(m) | 細り量 (1m当たり, cm) |     |     |
|------|------------|-----------------|-----|-----|
|      |            | 函館産             | 雄武産 | 当麻産 |
| 1番玉  | 4.0        | —               | 1.3 | 1.2 |
| 2番玉  | 7.7        | 1.4             | 0.9 | 0.7 |
| 3番玉  | 11.4       | 1.5             | 1.3 | 0.9 |
| 4番玉  | 15.1       | 1.7             | —   | 1.6 |



第1図 角材の木取り方法

第4表 トドマツ10・5cm正角材の欠点別JAS等級の割合 (本数比率, %)

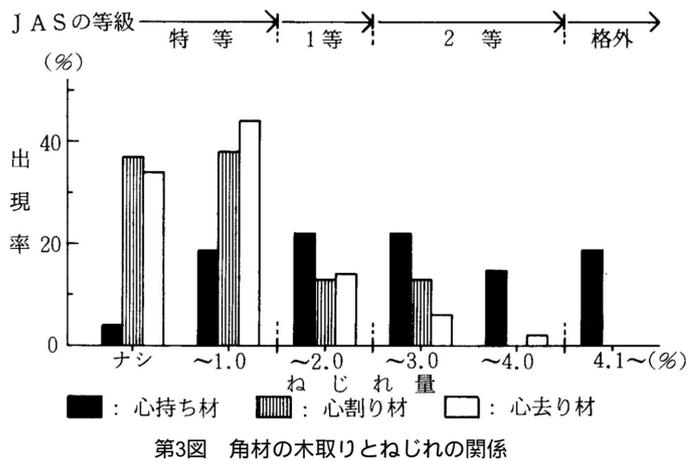
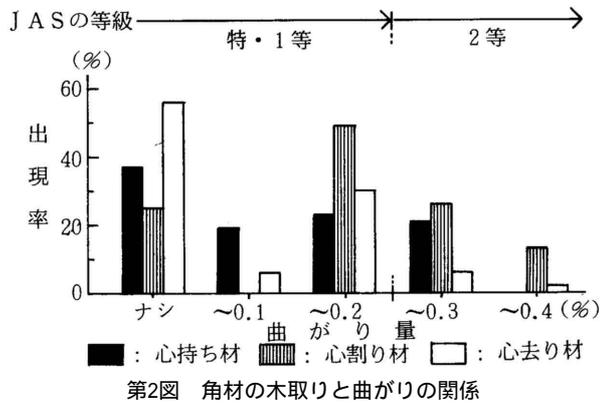
| 木取り | 等級区分 | 製材直後の等級 |      |      |      | 乾燥後の等級 |      |      |      |
|-----|------|---------|------|------|------|--------|------|------|------|
|     |      | 曲がり     | 節    | アテ   | 総合等級 | 曲がり    | ねじれ  | 割れ   | 総合等級 |
| 心持ち | 特等   | 96.3    | 22.2 | 66.7 | 14.8 | 77.7   | 22.2 | 7.4  | 3.7  |
|     | 1等   | —       | 66.7 | 18.5 | 63.0 | —      | 22.2 | 11.1 | 7.4  |
|     | 2等   | 3.7     | 7.4  | 14.8 | 18.5 | 22.2   | 37.0 | 18.5 | 18.5 |
|     | 規格外  | —       | 3.7  | —    | 3.7  | —      | 18.5 | 63.0 | 70.4 |
| 心割り | 特等   | 100.0   | 25.0 | 50.0 | 0    | 50.0   | 50.0 | 50.0 | 0    |
|     | 1等   | —       | 50.0 | 12.5 | 37.5 | —      | 37.5 | 12.5 | 25.0 |
|     | 2等   | —       | 25.0 | 12.5 | 37.5 | 50.0   | 12.5 | 37.5 | 50.0 |
|     | 規格外  | —       | —    | 25.0 | 25.0 | —      | —    | —    | 25.0 |
| 心去り | 特等   | 96.0    | 58.0 | 68.0 | 36.0 | 90.0   | 78.0 | 66.0 | 20.0 |
|     | 1等   | —       | 30.0 | 12.0 | 32.0 | —      | 14.0 | 18.0 | 32.0 |
|     | 2等   | 4.0     | 12.0 | 12.0 | 24.0 | 10.0   | 8.0  | 10.0 | 34.0 |
|     | 規格外  | —       | —    | 8.0  | 8.0  | —      | —    | 6.0  | 14.0 |

項目別に第4表に示す。なお、天乾後の角材の平均含水率は16%であった。

製材直後の曲がりは木取り方法に関係なくほとんど出現しない。節については、心去り材で品等に及ぼす影響は小さく心持ち材に比べて高品等の割合が多い。その他の欠点ではアテが樹心部付近に比較的多くみられ、これによって等級の決められたものが全体の22%、そのうち規格外となったものが全本数の7%あった。

乾燥後の欠点のあらわれかたは材の木取りによって異なる。第2図に乾燥後の角材の木取りと曲がりの関係を、第3図に角材の木取りとねじれの関係、第4図に角材の木取りと割れの関係を示す。

曲がりは心割り材に多く発生し、その曲がり量も大きい。ねじれ、割れについては図に示すように心持ち材に顕著にあらわれ、等級低下の原因となっている。心去り、心割り材では樹心部付近の木部が多い材ほどねじれ、割れの発生する割合が多いが、その量はあ



まり多くない。なお、ねじれについては熟練者の品等格付けをねじれ量(%)に換算して特等は0~1.0%, 1等1.1~2.0%, 2等2.1~4.0%とし、4.1%以上は格外としている。

4. 2角材の強度

角材の欠点の調査をした後、スパン270cm, 3等分点4点荷重条件下で曲げ破壊試験を行った。木取り別の

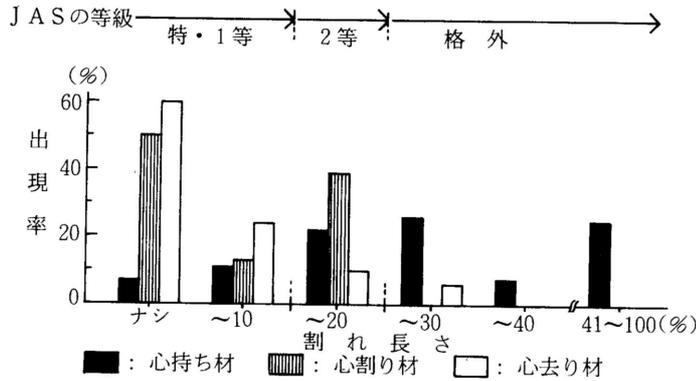
試験結果を第5表に示す。木取り別では比重はほとんど差がないが、曲げ強さと曲げヤング係数はいずれも心持ち材の方が小さく、丸太の外側から得られた材はど強いことを示している。

第5表には雄武産人工林材<sup>1)</sup>と天然林材<sup>3)</sup>の結果も記載されているが、函館産は雄武産と比較すると心持ち材ではほとんど差がないが、心割り材、心去り材で曲げ強さが若干劣っている。これは函館産の方が生長が良好なためと思われる。天然林材と比較すると心持ち材はやはりほとんど差がないが、心去り材ではかなり強度的に劣っている。天然林材は心去り材になると函館産はもとより雄武産よりも強度が大きく、人工林材と天然林材はやはり材質的に差があるようである。

第6表に角材の乾燥後のJAS等級と強度的性質を示す。これによると等級が変わっても気乾比重に差はないが、強度的性質は特等を除いて等級が低下すると、曲げ強さやヤング係数の値が低下している。

第5図に角材の年輪幅と強度の関係を示す。これによると年輪幅の広い12つの例を除くと曲げ強さも曲げヤング係数とともに年輪幅が広くなるとその値が低下している。

木材を構造材料として用いる場合は建築基準法で材料の強度が決められており、トドマツの曲げ強さでは225kg/cm<sup>2</sup>とされている。また日本



第4図 角材の木取りと割れの関係

第5表 製材の木取りと強度的性質

| 産地   | 木取り | 気乾比重 | 曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 曲げヤング係数 (ton/cm <sup>2</sup> ) |
|------|-----|------|----------------------------|--------------------------------|
| 函    | 心持ち | 0.35 | 296<br>180~431             | 80.6<br>57~108                 |
|      | 心割り | 0.38 | 339<br>190~460             | 82.7<br>61~98                  |
| 館    | 心去り | 0.36 | 352<br>248~459             | 88.5<br>66~116                 |
| 雄    | 心持ち | —    | 300<br>256~353             | 81.0<br>72~91                  |
|      | 心割り | —    | 400<br>350~450             | 83.0<br>76~90                  |
| 武    | 心去り | —    | 400<br>310~521             | 83.0<br>70~92                  |
| 天然林材 | 心持ち | 0.37 | 308<br>211~394             | 76.0<br>71~85                  |
|      | 心去り | 0.40 | 482<br>320~668             | 92.0<br>78~113                 |

第6表 製材品のJAS等級と強度的性質

| 等級区分 | 気乾比重 | 年輪幅 (mm) | 曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 曲げヤング係数 (ton/cm <sup>2</sup> ) | 含水率 (%) | 試験個数 |
|------|------|----------|----------------------------|--------------------------------|---------|------|
| 特等   | 0.35 | 6.2      | 331<br>247~402             | 88.8<br>74~105                 | 15.5    | 11   |
| 1等   | 0.36 | 4.8      | 377<br>261~459             | 93.7<br>76~116                 | 16.2    | 20   |
| 2等   | 0.36 | 5.8      | 330<br>239~431             | 81.7<br>66~104                 | 15.8    | 27   |
| 規格外  | 0.36 | 5.8      | 301<br>180~460             | 81.5<br>62~108                 | 16.1    | 27   |

建築学会の木構造設計規準ではヤング係数が70ton/cm<sup>2</sup>とされている。

これを本試験結果と比較してみると、曲げ強さ及びヤング係数ともに平均値では上回っているが、曲げ強さで3本、ヤング係数では9本が基準値以下となった。特に曲げ強さで基準値以下となった3本はいずれも心持ち材で、破壊は輪生節の部分で生じている。

心割り材と心去り材でヤング係数が70ton/cm<sup>2</sup>以下になったのはいずれも年輪幅が6mm以上であった。広年輪幅の材でも構造材としての必要最小限の強度は持っているが、第5図に示すように年輪幅が大きくなると強度やヤング係数も小さくなり、日本農林規格の年輪

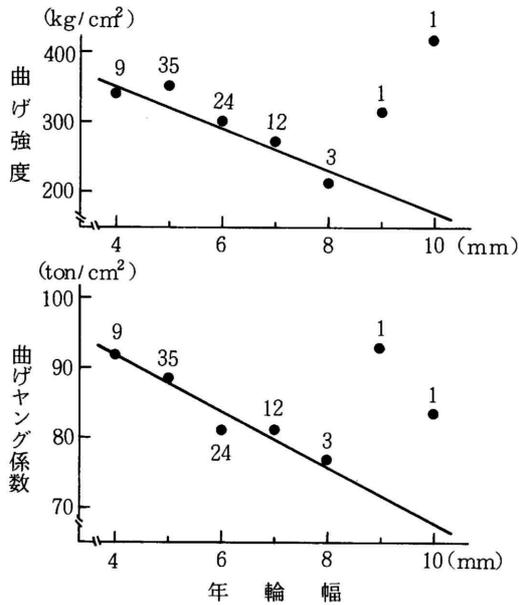
幅制限もあるので、肥大生長を抑制し年輪幅を6mm以下にすることが望ましい。

### 5. 無欠点材の強度

実大材の曲げ破壊試験終了後の10.5cm角材の非破壊部より2.5×2.5×42cmの無欠点曲げ試験材を採取した。曲げ試験はスパン36cm、中央集中荷重条件で行った。

試験結果を第7表に示す。東川産トドマツ人工林材<sup>4)</sup>と天然林材<sup>6)</sup>の数値も示している。

これによると函館産は東川産と比較するとわずかに曲げ強さやヤング係数が劣るが、大きな差はない。また、天然林材と比較すると人工林材は若干低い値となっている。



第5図 年輪幅と強度の関係

### 6. まとめ

一連の試験結果をまとめると次のようになる。

- 1) 丸太の品等格付けでは小の素材以外は全て節によって等級が決定された。
- 2) 製材品では生長の良くなかった樹心部付近にアテが存在し、等級低下の原因となるものが多く認められた。
- 3) 心持ち角材は乾燥による割れ、ねじれがすべてに発生し、等級を低下させた。心割り材は曲がりの発生が多く見られた。心去り材は割れ、ねじれが多少発生するが、顕著でなく等級を下げるものが少ない。
- 4) 木取り別の強度についてみると心持ち材は未成熟材を多く含むこと及び輪生節の影響で小さい

第7表 トドマツ無欠点材の強度

| 産地   | 年輪幅 (mm) | 気乾比重      | 曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 比例限強度 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 曲げヤング係数 (ton/cm <sup>2</sup> ) |
|------|----------|-----------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 函館産  | 5.6      | 0.36      | 580                        | 338                         | 73.5                           |
|      | 3.3~9.3  | 0.32~0.42 | 470~714                    | 270~404                     | 56.2~84.4                      |
| 東川産  | 4.9      | 0.37      | 586                        | 353                         | 77.1                           |
|      | 1.9~9.6  | 0.30~0.50 | 309~795                    | 198~503                     | 47.5~106.3                     |
| 天然林材 | —        | 0.40      | 650                        | —                           | 80.0                           |

値を示した。心割り材と心去り材は建築基準法の強度基準を満足しているが、年輪幅の広い材はヤング係数が低いものがあった。

東川産 53年生

- 5) 他の人工林材と比較すると、函館産は生長が良好なためと思われるが、強度は若干低くなっていた。天然林材と比較すると心持ち材では変わらないが、心去り材では差が認められ弱いようである。

#### 文献

- 1) 山本：未発表
- 2) 〃
- 3) 林産試験場：試験結果報告書 p26 (1967)
- 4) 大久保：未発表
- 5) 国立林業試験場編：木材工業ハンドブック186, 188 (1982)

なお、表中に引用したトドマツ人工林材の林齢は次のとおりである。

|     |      |
|-----|------|
| 雄武産 | 52年生 |
| 当麻産 | 44年生 |

- 木材部 材質科 -  
(原稿受理 昭59.5.7)