

## 青森ヒバ材の密度と振動特性に関する研究

### Properties of vibration of Aomori Hiba lumber with different density

廣瀬 孝\*, 芝田 遼\*, 朝山奈津子\*\*

Takashi HIROSE\*, Ryou SHIBATA\*, Natsuko ASAYAMA\*\*

#### 概要

青森ヒバの無垢材と3種類の異なる密度で圧密化した青森ヒバ材の計4種類を用いて、打撃音法による振動試験を行い、密度との関係について調べた。その結果、全体として、 $0.6\text{ g/cm}^3$ のヒバ材が他の3種類よりも大きい値を示す範囲は多かった。20 - 215 Hz のレンジでは、100 Hz 付近において、無垢材、 $0.6\text{ g/cm}^3$ 、 $0.8\text{ g/cm}^3$ のヒバ材が同様の曲線を示したのに対し、 $1.0\text{ g/cm}^3$ のヒバ材は前述した3種類と異なる曲線を示した。また、58 - 1722 Hz のレンジでは、570 Hz 付近において、 $0.6\text{ g/cm}^3$ と $1.0\text{ g/cm}^3$ のヒバ材の値の差が大きかったが、それ以外の範囲では同様の曲線を示した。更に、2000 Hz 以降、 $0.6\text{ g/cm}^3$ 、 $0.8\text{ g/cm}^3$ 、 $1.0\text{ g/cm}^3$ が同様の曲線を示したのに対し、無垢材は前述した3種類と異なる曲線を示した。一方、対ヒバ無垢材値は、20 - 215 Hz のレンジでは、50 - 100 Hz 付近で無垢材よりも高い値を示したが、その他の周波数では低い値を示した。また、58 - 1722 Hz および 484 - 20453 Hz のレンジでは、ほとんどの周波数で無垢材よりも高い値を示した。

キーワード：青森ヒバ、圧密化、打撃音法、振動特性、FFT

#### 緒言

青森ヒバは、1966年に青森県の県木に制定された、青森県を代表する針葉樹である<sup>1)</sup>。また、日本三大美林の一つとしても有名であり、その良質な木材は重要な資源として利用されている<sup>2)</sup>。

木材は、加工性に優れており、古くから家具、建材、紙類など、様々な用途で利用されてきた。その他にも、木材は優れた振動特性を有しており、ギターやバイオリンなどの楽器用響板としても利用されている<sup>3)</sup>。筆者らは、この振動特性に着目し、図1に示す青森県の県木である青森ヒバを用いたスマートフォン用無電源スピーカーの開発を検討している。



図1 開発中のスマートフォン用無電源スピーカー

また、他材料より比較的密度が小さく、そのためヤング率が低いことから固有音響抵抗値 ( $\sqrt{E}$ ,  $\gamma$ : 密度,  $E$ : ヤング率) が小さいことから、外部からの振動が伝わりやすい材料であることが報告されている<sup>4)</sup>。これより、青森ヒバも同様に優れた振動特性を有していると予測されるが、音響製品の開発を目的として、青森ヒバ材の密度と振動特性の関係を調査した研究はこれまであまり多く見当たらないのが現状である。

本稿では、青森ヒバの無垢材と、圧密化により3段階に密度調整をした青森ヒバ材の計4種類を用いて打撃音法による振動試験を行い、青森ヒバの密度と振動特性の関係を調査した。

#### 実験方法

##### 2.1 圧密化木材の作製

圧密化ヒバ材は、最終的に使用する密度を $0.6\text{ g/cm}^3$ 、 $0.8\text{ g/cm}^3$ 、 $1.0\text{ g/cm}^3$ に設定、かんな盤にて平

\* 弘前大学教育学部技術教育講座  
Department of Technology Education, Faculty of Education, Hirosaki University  
\*\* 弘前大学教育学部音楽教育講座  
Department of Music Education, Faculty of Education, Hirosaki University

滑にすることを考慮し、圧密化前の厚さをそれぞれ16mm, 21mm, 27mmとした。また、圧密化は、木材圧縮装置（名古屋木材社）を用いて、軟化、圧縮、脱気等の工程を経て作製した。

## 2. 2打撃音法による音響試験

供試材料として、青森ヒバの無垢材と3種類の圧密化ヒバ材を800mm×30mm×12mmに切断したものを用いた。打撃音法による振動試験は教育学部音楽教育講座の防音室にて行った。図2の通り、試験体を宙吊りにし、ゴム槌で叩く面と逆側の面付近に音波受信部を設置し、音波を受信した。ゴム槌でそれぞれ3回打撃し、その結果の平均より算出した。また、測定は、FFTアナライザ/ハンドヘルドアナライザ（ACO社製、TYPE 6240）を用いて、20-215Hz、58-1722Hz、484-20453Hzの3つのレンジにて行った。

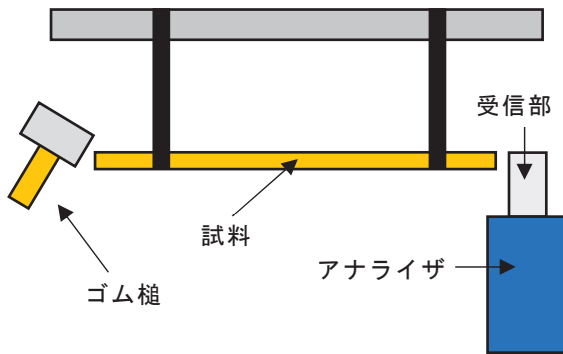


図2 打撃音法の試験方法

また、無垢材とアガチス (*Agathis*) との比較をそれぞれの周波数レンジにて行った。更に、3種類の圧密化木材とヒバ無垢材との比較をそれぞれの周波数レンジにて行った。

## 結果および考察

図3～5に振動試験の結果を示した。全体として、音圧周波数特性を見ると、0.6g/cm<sup>3</sup>のヒバ材は他の3種類より大きい値を示すことが多かった。図3の20-215Hzのレンジでは、60Hz付近において、無垢材と0.8g/cm<sup>3</sup>のヒバ材の値の差が大きかった。また、100Hz付近においては、無垢材、0.6g/cm<sup>3</sup>、0.8g/cm<sup>3</sup>のヒバ材は同様の曲線を示したのに対し、1.0g/cm<sup>3</sup>のヒバ材は前述した3種類と異なる曲線を示した。図4の58-1722Hzのレンジでは、570Hz付近において、0.6g/cm<sup>3</sup>と1.0g/cm<sup>3</sup>のヒバ材の値の差が大きかったが、それ以外の範囲では同様の曲線を示した。また、230-

680Hz付近では、0.6g/cm<sup>3</sup>が大きい値を示した。図5の484-20453Hzのレンジでは、2000Hz以降、0.6g/cm<sup>3</sup>、0.8g/cm<sup>3</sup>、1.0g/cm<sup>3</sup>の圧密化ヒバ材が同様の曲線を示したのに対し、無垢材は前述した3種類と異なる曲線を示した。一方、1180Hz付近からは増減を繰り返しながら減少する曲線を示した。

この結果から、密度が小さいほど振動特性の優れた材料であるとは言えないことが分かった。

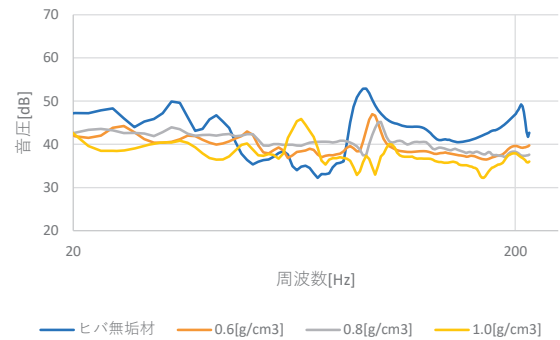


図3 20-215Hzの音圧周波数特性

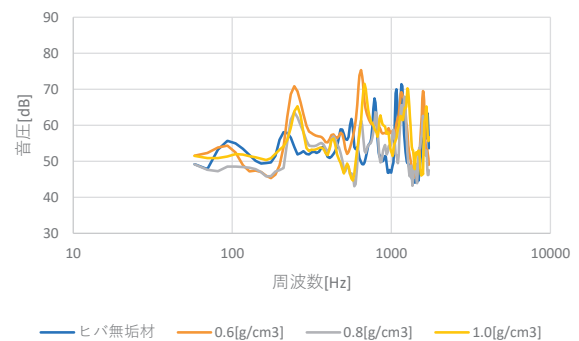


図4 58-1722Hzの音圧周波数特性

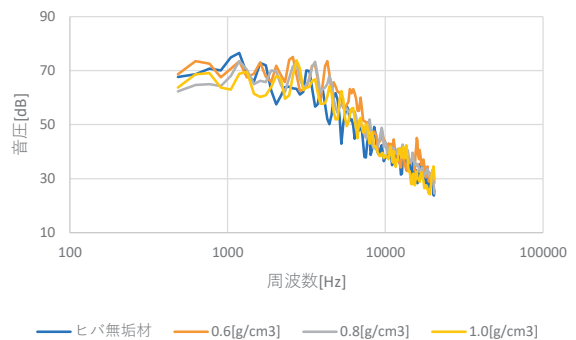


図5 484-20453Hzの音圧周波数特性

図6～8にヒバ無垢材とアガチスとの比較を示した。20-215Hzのレンジでは、一部アガチスの方が高い周波数もあったものの、総じて0.6g/cm<sup>3</sup>の方が高かった。また、58-1722Hzおよび484-20453Hzもほとんどの周波数で高いことが分かった。長岡らは、木

材の密度に関して、スギ：0.36g/cm<sup>3</sup>、ヒノキ：0.44g/cm<sup>3</sup>、ヒバ：0.45g/cm<sup>3</sup>、アガチス：0.45g/cm<sup>3</sup>、セン：0.42g/cm<sup>3</sup>、ラワン：0.50g/cm<sup>3</sup>と報告している<sup>5), 6), 7)</sup>。ヒバとアガチスの密度は同等程度と推測されるが、密度だけではない他の要素が影響していると考えられた。また矢野は、密度が小さく、繊維方向のヤング率が高く、内部摩擦が小さい材料ほど、音響変換の効率が良く、音響放射に優れていると報告している<sup>4)</sup>。したがって、密度だけでなくヤング率や内部摩擦等の要因が関係して、このような結果になったと考えられる。

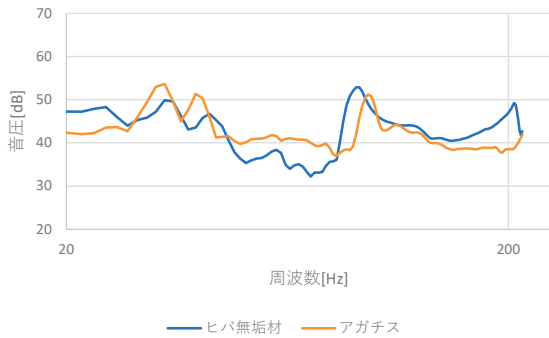


図6 20-215Hzの音圧周波数特性 (アガチスとの比較)

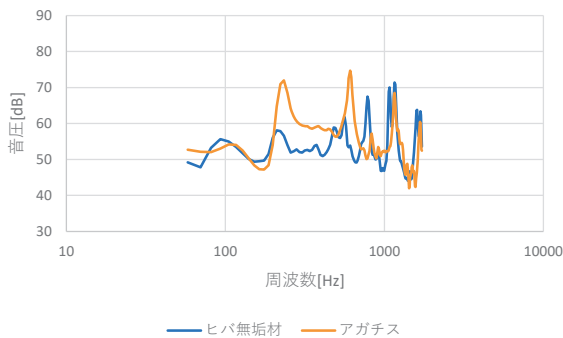


図7 58-1722Hzの音圧周波数特性 (アガチスとの比較)

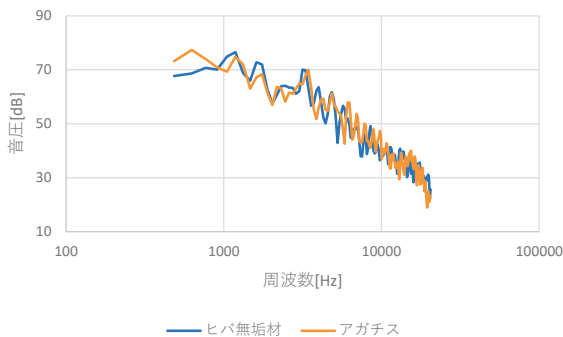


図8 484-20453Hzの音圧周波数特性 (アガチスとの比較)

図9～11に対ヒバ無垢材値の結果を示した。20-215Hzのレンジでは、50-100 Hz付近で無垢材よりも

高い値を示したが、その他の周波数では低い値を示した。一方、58-1722Hzおよび484-20453Hzのレンジでは、ほとんどの周波数で1よりも高い値を示した。これより多くの周波数帯で圧密化することによって音圧は高まることが分かった。

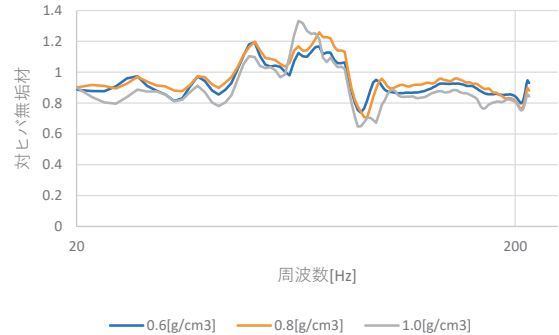


図9 20-215Hzの対ヒバ無垢材値

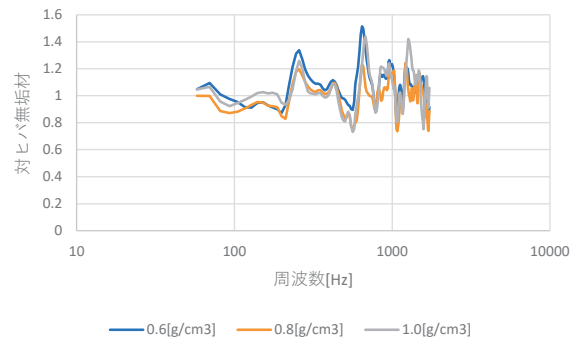


図10 58-1722Hzの対ヒバ無垢材値

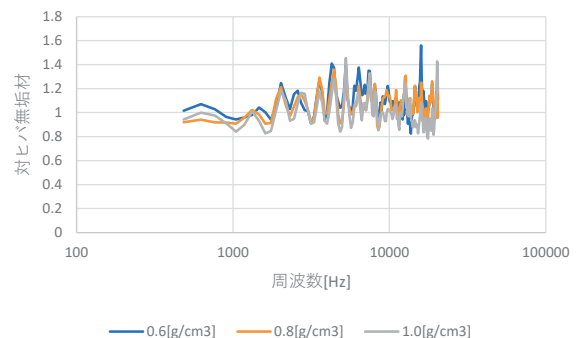


図11 484-20453Hzの対ヒバ無垢材値

おわりに

本稿では、打撃音法により、青森ヒバの無垢材と密度調整をした3種類のヒバ材の振動特性を評価した。

- (1) 音圧周波数特性全範囲を見ると、0.6g/cm<sup>3</sup>のヒバ材は他の三種より大きい値を示すことが多かった。
- (2) 20-215Hzのレンジでは、100Hz付近においては、無垢材、0.6g/cm<sup>3</sup>、0.8g/cm<sup>3</sup>のヒバ材は同様に

の曲線を示したのに対し、 $1.0\text{g/cm}^3$ のヒバ材は前述した3種類と異なる曲線を示した。

- (3) 58-1722Hzのレンジでは、570Hz付近において、 $0.6\text{g/cm}^3$ と $1.0\text{g/cm}^3$ のヒバ材の値の差が大きかったが、それ以外の範囲では同様の曲線を示した。
- (4) 2000Hz以降では、 $0.6\text{g/cm}^3$ 、 $0.8\text{g/cm}^3$ 、 $1.0\text{g/cm}^3$ の圧密化ヒバ材が同様の曲線を示したのに対し、無垢材は前述した3種類と異なる曲線を示した。
- (5) 対ヒバ無垢材値において、20-215Hzのレンジでは、50-100 Hz付近で無垢材よりも高い値を示したが、その他の周波数では低い値を示した。一方、58-1722Hzおよび484-20453Hzのレンジでは、ほとんどの周波数で無垢材よりも高い値を示した。

#### 引用文献

- 1) 青森県ホームページ, 青森県のシンボル | 青森県庁ウェブサイト Aomori Prefectural Government (2021.10.26)
- 2) 中園悦子・沢田治雄・川端幸蔵・穴沢道雄・永谷泉・三塚直樹: 青森天然ヒバの蓄積分布と利用可能量の推

定, 日本リモートセンシング学会誌, 第20巻, 第3号, pp.34-46 (2000)

- 3) 中村晋平, 二村伸一, 前野和也, 葭谷耕三, 棚橋光彦: 木材の3次元的深絞り加工(第1報) - 半固定板目材の開発と単板からのスピーカーコーン成形 -, 木材学会誌, 第57巻, 第3号, pp.178-185, 2011
- 4) 矢野浩之: 木材と感性「2. 聴感覚と木材」, 材料, 第46巻第8号, pp.996-1002 (1997)
- 5) 長岡 勉, 辻本 誠, 古平章夫, 上原茂男, 菊地伸一, 木材の密度と着火時間の関係, 日本建築学会構造系論文集 第559号, pp.233-236, 2002
- 6) 川口信隆, 高橋政治, アガチス材の材質について, 北海道立総合研究機構報告書, 1970
- 7) 一般財団法人日本木材総合情報センター, スギ、ヒノキ、ヒバの違いとそれぞれの特徴は? - 木材利用相談 Q&A 100 (jawic.or.jp) (2021.8.12)

#### 謝辞

本研究は、令和三年度弘前大学アグリ・ライフ・グリーン分野における地域の特性・資源を活かしたイノベーション創出・人材育成事業の助成を受けたものである。

(2022. 1. 18 受理)