

速報

スマートフォンで測定した固有振動数によるスギ丸太の選別方法の検討

佐藤 渉¹・岩崎 昌一¹

1 新潟県森林研究所

要旨：重量測定を省略して縦振動ヤング係数 (Efr) を推定し、スギ丸太を選別する方法を検討した。樅積み状態での丸太 54 本の一次から四次までの固有振動数 (Fc1~Fc4) をスマートフォンの無料アプリで測定したところ、Fc1 と Fc2 は 9 割以上の丸太で測定できた。また、自由振動状態での一次固有振動数 (F1) と、F1 から求めた Efr との相関は、Fc2 が最も強かった。このため、Fc2 による選別基準 (素材の日本農林規格の Efr 区分) を作成した。この基準により別の丸太 18 本を選別したところ、正解率は約 67% だった。

キーワード：スギ、縦振動ヤング係数、固有振動数、樅積み、スマートフォン

Selection of sugi logs using natural frequency measured by smartphone

Wataru SATO¹, Shoichi IWASAKI¹

1 Niigata Prefectural Forest Research Institute

Key-word: sugi, modulus of elasticity from longitudinal vibration, natural frequency, stacked logs, smart phone

I はじめに

スギ (*Cryptomeria japonica* D.Don) 丸太のヤング係数を測定または推定し、それにより選別を行うことは、必要強度を満たす製品を生産する観点から有益と考えられる。しかし、丸太の縦振動ヤング係数 (Efr) の測定には、固有振動数の計測に加え、重量測定や詳細な寸法測定を伴うことから、製材工場で実施するには困難な場合が多い。丸太の Efr の予測指標として、固有振動数の測定が簡易かつ有効であり (3, 4)、重量や寸法の測定を省略した簡易な推定方法が報告されている (1, 2)。さらに、近年では、固有振動数を測定できるスマートフォン用のアプリケーションが無料で入手可能であることから、より安価な固有振動数の測定が期待される。

そこで本研究では、樅積み状態での丸太の固有振動数を無料アプリで測定し、丸太を選別する方法を検討した。

II 方法

1. 試験方法 樅積み状態での丸太の一次から四次までの固有振動数 (Fc1~Fc4) と、自由振動状態での丸太の一次固有振動数 (F1) 及び Efr の相関性を比較し、後述のとおり Fc2 のみで素材の Efr 区分を推定するための選別基準を作成した (以下、試験 A)。次に、選別基準の精度を確認するため、別試験体を用いて選別基準の正解

率を算出した (以下、試験 B)。

2. 供試木 試験 A では、新潟県下越地方 3 地域 (村上市, 阿賀町, 五泉市) から、元口径 450 mm~621 mm, 末口径 408 mm~492 mm, 長さ 4,055 mm~4,252 mm のスギ丸太計 54 本を供試した。

試験 B では、新潟県下越地方 (村上市) から、元口径 466 mm~542 mm, 末口径 417 mm~466 mm, 長さ 4,074 mm~4,346 mm のスギ丸太計 18 本を供試した。

3. 固有振動数及び Efr の測定 樅積み状態で丸太の木口をプラスチックハンマーで打撃し、Fc1 から Fc4 を測定した。測定には無料アプリケーション (E.N.Software 社製 FFTWave ver.1.6 (android 版)) を用いた。次に、樅積みされた丸太を一本ずつフォークリフトで運び出し、材長及び周囲長を測定した。周囲長は両端と中央の計 3 カ所測定した。その後、クレーンスケール (八幡計器 HJS2.5t) で丸太の重量を測定した。クレーンスケールに吊るした状態で丸太の木口をプラスチックハンマーで打撃し、F1 を測定した。測定には FFT アナライザ (RION 製 SA-77) を用いた。各項目の測定後に、両端及び中央の半径、材積、密度、Efr を算出した。

III 結果と考察

1. 選別基準の作成 (試験 A) Fc1 から Fc4 のうち、

選別基準に用いる固有振動数を検討した。桎積み状態での丸太の固有振動数の測定率(表-1)は、Fc1 と Fc2 で9割以上となった。桎積み状態及び自由振動状態での固有振動数の関係(図-1)は、Fc2 が F1 と最も相関が強く、危険率1%で $r=0.990$ の相関が得られた。桎積み状態の固有振動数と Efr の関係(図-2)は、Fc2 が Efr と最も相関が強く、危険率1%で $r=0.799$ の相関が得られた。以上の結果から、固有振動数の測定率が最も高く、F1 及び Efr との相関が最も強い Fc2 を選別基準に用いる固有振動数とし、図-2 の Fc2 と Efr の関係から得られた式(1)により、表-2 の選別基準を作成した。

$$y = 0.0148x - 4.28 \quad (1)$$

2. 選別基準の精度の確認(試験 B) 選別基準の作成に用いた Fc2 のみを対象とし、本基準の精度を確認した。Fc2 と F1 との関係(図-3)は、危険率1%で $r=0.993$ の相関が得られた。Fc2 と F1 に試験 A と同様の相関がみられたことから、Fc2 が Efr の推定に適していると判断した。選別基準(表-2)により、Fc2 で丸太の Efr 等級を区分したところ、予測等級と実測等級が合致した丸太は12体あり、正解率は約67%であった。

引用文献

- (1) 荒武志朗・有馬孝禮・迫田忠芳・中村徳孫 (1992) 桎積み状態における丸太の高次固有振動数からの製材品 MOR と MOE の推定 スギ足場板への適用. 木材学会誌 38(11): 995-1001
- (2) 荒武志朗・有馬孝禮 (1994) 桎積み状態における丸太の高次固有振動数からの製材品 MOR と MOE の推定 (第2報) スギ心持ち正角材への適用. 木材学会誌 40(9): 1003-1007
- (3) 荒武志朗・森田秀樹 (1999) 宮城県南部地域産スギ集成材の材質 (第1報) 丸太の区分と木取りによるラミナの選別. 木材学会誌 45(2): 111-119
- (4) 椎葉淳・荒武志朗・森田秀樹 (2011) 大径材から得られたスギ側面定規挽き製材の力学的性能 (第1報) 曲げ性能. 木材学会誌 57(4): 231-241

表-1. 桎積み状態での丸太の固有振動数の測定率

	Fc1	Fc2	Fc3	Fc4
試験体数	52	51	30	5
測定率(%)	96.3	94.4	55.6	9.3

測定率は試験体数を全試験体数(54)で除して算出した。

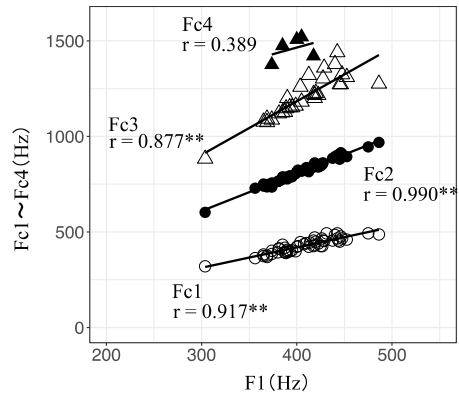


図-1. 桎積み状態及び自由振動状態での固有振動数

**は $p<0.01$ を示す

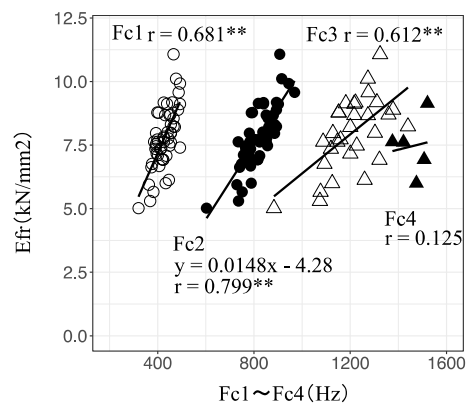


図-2. 桎積み状態での固有振動数と縦振動ヤング係数

**は $p<0.01$ を示す

表-2. Fc2 による素材の選別基準

等級	下限値 (kN/mm2)	材長 (m)			
		3	4	5	6
Ef 50	3.9	737	553	442	369
Ef 70	5.9	917	688	550	459
Ef 90	7.8	1088	816	653	544
Ef 110	9.8	1268	951	761	634

Ef50 から Ef110 は素材の日本農林規格の縦振動ヤング係数区分

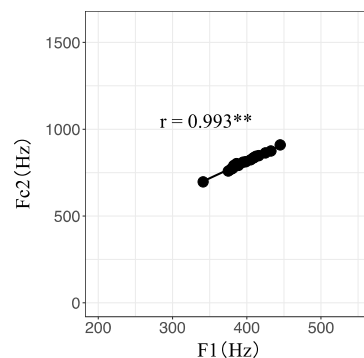


図-3. 桎積み状態及び自由振動状態での固有振動数

**は $p<0.01$ を示す