

音を使い、樹木の腐朽を検出する新しい装置

～音響振動を用いた新しい原理を利用して～

研究の背景

樹勢が弱り、幹が腐朽空洞化した樹木は台風等により倒れ、被害をもたらす危険木となるため、樹木の欠陥の診断技術が望まれています。しかし樹木の欠陥は外観だけで判断することは難しく、幹内部の状態を知らなければ診断できません。そこで音響振動の原理に基づいた携帯型の非破壊・非侵襲の内部欠陥検出装置(プロトタイプ)を製作し(特許公開:2009-276063 北海道立総合研究機構・広島大学)、それを発展させ内部欠陥診断装置の開発を試みています。

内部欠陥検出装置の原理

一般に物体に音が伝わる速さ(音速)は

$$\text{音速} = \sqrt{\text{物体の硬さ} / \text{密度}}$$

と表され、理想的に均一な物体はどここの部位でも音速が等しくなります。

一方、本装置を使って測定できる2つの共振(物体固有の振動の大きさの高まり、図1のA、B)は幹(円柱)の別々の部位の振動です。それぞれの振動の音速は次のようになります。

$$\begin{aligned} \text{音速 A} &= \text{共振周波数 A} \times \text{幹周} \div 2 \\ \text{音速 B} &= \text{共振周波数 B} \times \text{幹周} \div 3 \end{aligned}$$

- ・幹が理想的に均一なら、どの部位でも音速が等しいので、音速A=音速Bであり、B/Aの共振周波数比は3/2=1.5となります。
- ・幹が不均一ならB/Aの共振周波数比は1.5よりずれます。
- ・幹が硬いと音速は大きく、柔らかいと小さくなります。

内部欠陥検出装置を用いた丸太の解析例(共振周波数比・音速の平均)

音速の平均: 591 m/s

音速の平均: 406 m/s

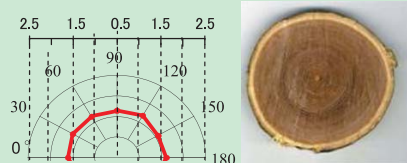


図2 イヌエンジュの健全丸太(幹径13cm)



図3 イヌエンジュの空洞丸太(幹径16cm)

健全な丸太を30度おきに測定したときの共振周波数比は1.5付近ですが(図2)、空洞の丸太の共振周波数比は1.5より高くあるいは低くなってずれ、共振の音速の平均は健全な丸太より著しく低い値でした(図3)。この共振周波数比や音速の測定により数樹種の丸太の内部欠陥が検出できたので、現在この装置を発展させ、立木の内部欠陥の度合いを調べる内部欠陥診断装置を開発中です。

(緑化グループ)

林業試験場 本 場 TEL 0126-63-4164 FAX 0126-63-4166
 道南支場 TEL 0138-47-1024 FAX 0138-47-1024
 道東支場 TEL 0156-64-5434 FAX 0156-64-5434
 道北支場 TEL 01656-7-2164 FAX 01656-7-2164
 ホームページ <http://www.fri.hro.or.jp/>

発行年月 平成24年12月
 発行 地方独立行政法人
 北海道立総合研究機構
 森林研究本部 林業試験場
 〒079-0198 美幌市光珠内町東山

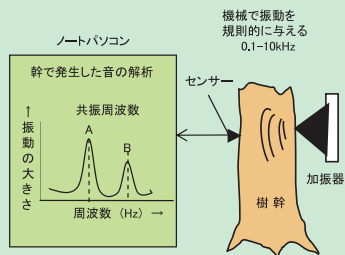


図-1 装置の構成

グリーントピックス

No.45

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場

河畔林の巨人、オオバヤナギ(トカチャナギ)

—丸木舟にも、まな板にも、シマフクロウのすみかにも—

旭川や帯広周辺など、扇状地河川にしばしば群生するオオバヤナギ(最近の分類では標準名をトカチャナギと改め、ヤナギ属に統合)は、河畔林の主とも呼ぶべき、その姿がひときわ目立つ巨木になるヤナギです(写真-1)。その名のとおり葉は大きく、材が赤みを帯びることからアカヤナギとも呼ばれていました。成木は樹高25m、直径1m以上になることもあり、アイヌはその材を丸木舟(チブ:写真-2)に最高のヤナギ(ス)として、チブニスと呼びました。現在は高級まな板の材料として利用されていますが、残念なことに林業関係者の間でも、葉の形が似ているパッコヤナギと間違われて流通しています(写真-3)。大雪山麓で見たオオバヤナギの切株(写真-4)は直径60cm弱で約120年の年輪がありましたが、パッコヤナギはこのような長寿になることはまずなく、大木になる前に腐れが入ってしまいます。

オオバヤナギは洪水による攪乱依存種で、若木は氾濫原に一斉林を形成しますが、上記のような大木にまでなれる個体はわずかです。私たちが暑寒別岳山麓の河川で200本あまりの成木を調査したところ、直径50cmを越える個体は数本しかありませんでした(図-1)。これらは動物が利用する樹洞候補木としても重要です。北海道の絶滅危惧種として有名なシマフクロウは、営巣するために直径80cm以上の大木が必要とされ、国後島の調査ではそのほとんどがオオバヤナギでした。魚食性のシマフクロウが生息する河畔でこのような巨木になる樹種は、ほかにハルニシやミズナラ、ドロノキなど限られたものだけなので、生物多様性のひとつの指標ともなるヤナギと考えられます。

(機能グループ)

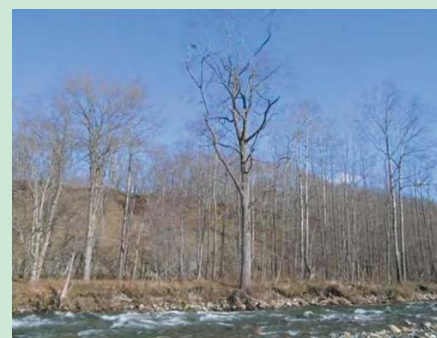


写真-1 オオバヤナギ大木(中央)

このような自然の氾濫原が生育地として必要。ひときわ抜き出た大木は、オオワシやオシロシなどの止まり木になり、樹洞ができればフクロウ類の営巣木にもなりうる。

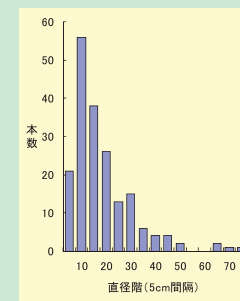


図-1 天然林における直径階別本数(恵別川上流2.5km区間) 直径50cmを越える大木は少ない。



写真-2 丸木舟(北海道開拓記念館蔵:材はカツラ)

オオバヤナギの舟は現存せず、これについてカツラは舟造りによい木とされた。河畔林の代表樹種であるハルニシやヤチダモも使われたが、これらは重くて操船しにくいという。また、ドロノキは長持ちせず、10年位しか乗れないといわれる。



写真-4 オオバヤナギ切株(樹齢約120年、スケールの折り尺は20cm)

施業を通してトドマツ人工林を混交林に導く – 間伐による相対照度の調節 –

森林の持つ多面的な機能をどう発揮させていくかが、近年の森林管理上の目標となっています。例えば、針葉樹人工林は単に木材生産の場としてだけでなく、生物多様性の保全の場としても期待されています。その取り組みの一つとして、人工林に自然に更新した広葉樹を活用し、多様な樹種から構成される混交林に誘導する試みが挙げられます。

一般に林冠が閉鎖した人工林の林床は暗く、広葉樹の成長は抑制されているため、混交林への誘導を効率的に行うためには、間伐により光環境(相対照度)を改善し、広葉樹の成長を促進させることが重要です。しかし、人工林内の相対照度を把握するためには機器が必要であり、測定には手間と労力が掛かります。

ここでは、①広葉樹の伸長成長量と相対照度との関係を示し、②相対照度を簡便に把握するための目安について説明し、③間伐によって確保できる相対照度の範囲について検討した結果を紹介します。

1. 相対照度のわずかな違いが広葉樹の成長に大きく影響

図-1はトドマツ人工林内に更新した広葉樹5種(稚樹)の伸長成長量と相対照度との関係を示しています。相対照度が10%未満の極端に暗い光環境下ではどの樹種でも伸長成長量が小さく、相対照度が15%、30%程度まで増加すると、成長量はそれぞれ約1.7倍、約2.5倍に増加します。このように、相対照度の増加によって広葉樹の伸長成長は促進されます。

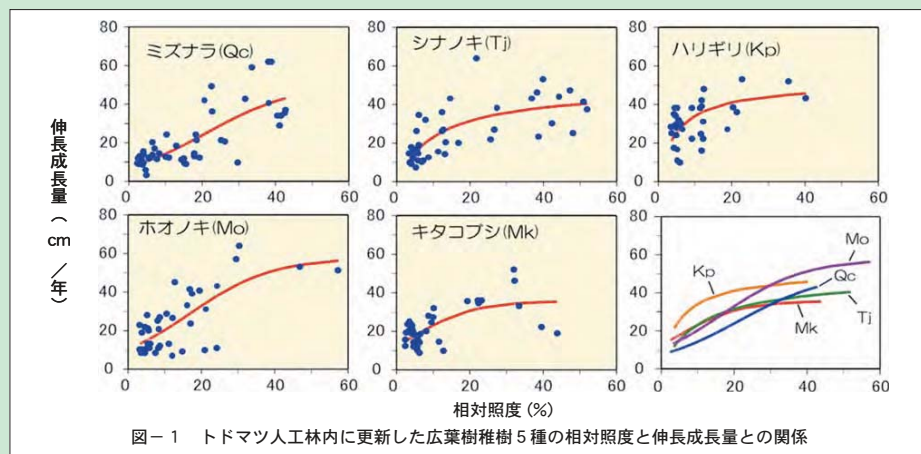


図-1 トドマツ人工林内に更新した広葉樹稚樹5種の相対照度と伸長成長量との関係

2. 相対照度を簡便に把握するための目安

樹冠の表面に到達した光は葉の隙間を透して林内に到達するため、相対照度は林分の葉量と密接に関係します。しかし、林分葉量を測定するのは困難です。林分葉量は立木密度や胸高断面積合計(BA)と関係するため、これらの情報を指標として相対照度を把握する手法について検討しました。

図-2はトドマツ人工林(59林分)における立木密度、BAと相対照度との関係を示しています。BAが小さい林分ほど相対照度は高くなります。また、BAが同じであれば、立木密度が低い林分ほど相対照度は高くなります。例えば、BAが20m²/ha、密度が800本/haの林分の相対照度は約13%となります。このように立木密度とBAの値から相対照度を把握することができます。

3. 間伐による相対照度の調節

立木密度とBAは間伐によって調節することが可能です。そこで、間伐によってどのように相対照度が変化するかを推定しました。図-3はトドマツ人工林施業体系の疎仕立て、中庸仕立てに相当する立木密度とBAから相対照度の推移を試算したものです。間伐時には密度とBAが低下するため相対照度が増加し、間伐後はBAの回復にともない相対照度が低下します。中庸仕立て、疎仕立てによる管理では、それぞれ7~14%、10~20%の相対照度が確保できると予測できます。つまり、15%程度の相対照度を目標とするには、疎仕立てによる管理を行えばよいことになります。

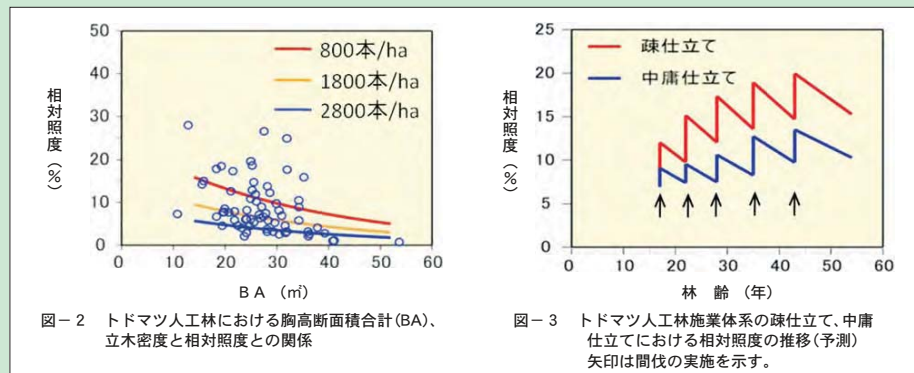


図-2 トドマツ人工林における胸高断面積合計(BA)、立木密度と相対照度との関係

図-3 トドマツ人工林施業体系の疎仕立て、中庸仕立てにおける相対照度の推移(予測) 矢印は間伐の実施を示す。

一方、群状間伐によって光環境を改善する場合には、孔状地(図4)の大きさが相対照度を把握するための指標となります。図-5は56年生のトドマツ人工林における孔状地の面積と相対照度との関係を示しています。孔状地の面積が大きくなると相対照度は急激に増加し、大きさ100m²、200m²の孔状地の相対照度は、それぞれ約30%、約45%となります。つまり、30%の相対照度を確保するには、100m²の孔状地を造ればよいことになります。このように、広葉樹が多く更新している場所に孔状地を配置することにより、広葉樹の成長を促進するための光環境が形成できます。

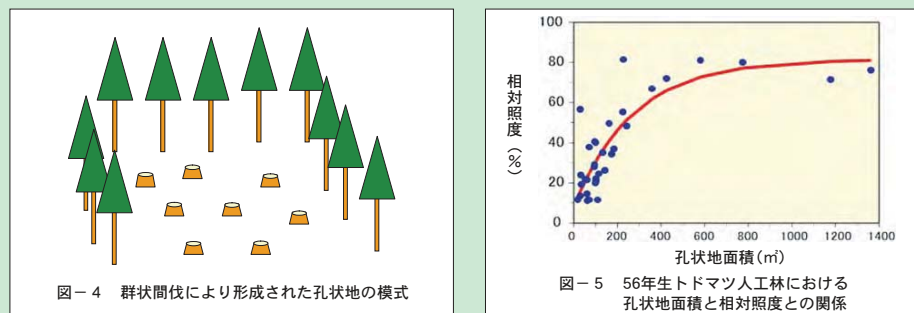


図-4 群状間伐により形成された孔状地の模式

図-5 56年生トドマツ人工林における孔状地面積と相対照度との関係

強度に間伐を行い立木密度とBAを低く保てば高い相対照度を確保できます。しかし、材積間伐率が40%を超えると林分成長量が小さくなるので木材生産機能が低下します。そのため、林分成長量を低下させない範囲の強度で間伐を行い、光環境を管理していくことが、木材生産機能の発揮と混交林化の両立につながると考えられます。

参考資料:トドマツ人工林間伐の手引き(1989年)
(経営グループ)