



樹種で異なる針葉樹材の近赤外線透過率、非破壊識別への応用期待

木材加工・特性研究領域: 安部 久、渡辺 憲、児嶋 美穂
 日本大学: 倉田 洋平 ワシントン大学: Peter Kitin

北海道支所: 矢崎 健一

文化財等に用いられている木材の樹種を非破壊的に調べる方法の開発が求められています。非破壊検査で用いる近赤外線(波長800–2500 nm)を樹種識別に応用する試みもありますが、樹種ごとの透過率を網羅的に調べた研究はありませんでした。そこで、森林総合研究所が所蔵する針葉樹21種の木材標本を用いて、樹軸方向に対する可視から近赤外まで(波長500–1200 nm)の光の透過率を調べたところ、樹種間に違いがあり、木材の構造、心材成分、密度などから影響を受けている可能性があることを明らかにしました。また、波長1100 nmの光の透過率は樹種間で最大10倍の開きがあることを明らかにしました。この成果は近赤外線による非破壊の樹種識別への応用が期待できます。

■ 近赤外分光法による非破壊的な樹種識別方法

我が国の重要な文化財は木材で造られているものが多く、用いられている木材の樹種を調べることは日本文化を深く理解していくために重要です。しかし、文化財は破壊を伴わない調査が原則であり、非破壊的に木材の樹種を調べる方法の開発が切望されています。それによってこれまで樹種が分かっていた多くの木質文化財の樹種が分かるようになります。近赤外分光法は近赤外線を用いた分析方法で非破壊的な計測装置で広く活用されています。これまでの研究で、近赤外線の中で短い波長領域(800–1150 nm)の光を用いると、奈良時代以降に制作された仏像に多く利用されているカヤ材とヒノキ材を判別できることが分かり、両樹種の木材中での光の透過性が異なることが原因である可能性が示唆されていました。しかし、近赤外領域だけでなく、可視光線から近赤外線に至る波長領域(500–1200 nm)の光の木材中での透過率についてはほとんど調べられていませんでした。

■ 木材標本を用いて透過率の評価

この研究では森林総合研究所が所蔵する針葉樹21種の由来の明らかな木材標本から辺材と心材の試料を切り出し、波長500–1200 nmの光の透過率を測りました(図1)。その結果、波長が500–700 nmの可視光線は多くの樹種で透過しませんが、約700 nmを超えた近赤外領域では波長が大きくなるに従って透過率が上昇し、波長1100 nm付近ですべての樹種に透過率のピークが見られました(図2)。

■ 透過率は樹種によって10倍以上異なる

各樹種で波長1100 nm付近の近赤外線を用いて各樹種の透過率を測定し比較しました(表1)。その結果、波長が1100 nmの付近の近赤外線の透過率は、サワラが最も高い42.1%で、最も低いイチイ3.9%と比較して10倍以上の開きがありました。針葉樹材の約95%の体積を占める仮道管にらせん肥厚を有する樹種(ベイマツ、トガサワラ、カヤ、イチイ)の透過率は他の樹種よりも低い傾向がありました。また、近赤外線の透過率が心材で高くなる樹種や逆に低くなる樹種、心材と辺材間で変化が大きい樹種や小さい樹種がありました。ヒノキ属

のヒノキとサワラ、トウヒ属のエゾマツとアカエゾマツ、モミ属のトドマツとモミ、ツガ属のツガとコメツガ、トガサワラ属のトガサワラとベイマツのように、同じ属の樹種は心材と辺材間の変化が同じ傾向を示すことも分かりました。さらに、材の密度が高くなると透過率が低くなる傾向がみられました(図3)。木材の構造や成分は同じ属に属する樹種では類似した性質を持っています。木材中での近赤外線の透過経路は明らかになっていませんが、仮道管壁の表面構造や心材化に伴って沈着する成分、密度などが木材の光学的な特性に影響を及ぼしていると考えられます。さらに、今後これらの木材中の光の透過率に影響を及ぼす因子と木材中での光の透過経路などの光学特性との関係の解析を進めることで、近赤外線による樹種の非破壊識別や材質評価への応用が期待できます。

研究資金

・本研究の実施課題「大径材および国産早生樹等の利用拡大に向けた木材特性の評価」

参考文献・サイト

Abe H et al. (2022) Longitudinal transmittance of visible and near-infrared light in the wood of 21 conifer species. IAWA J, 43,40.

専門用語

らせん肥厚: 木材を構成する道管や仮道管等の細胞壁の内面上に存在するらせん状の隆起です。

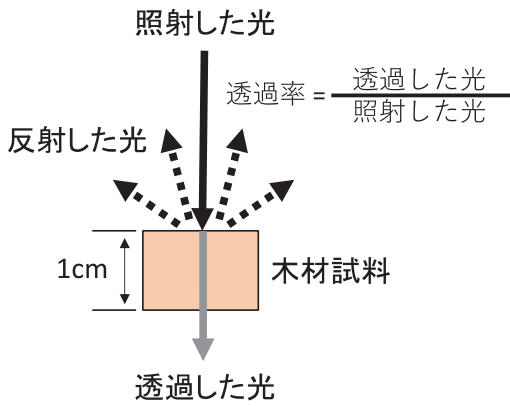


図1 木材の透過率の測定方法

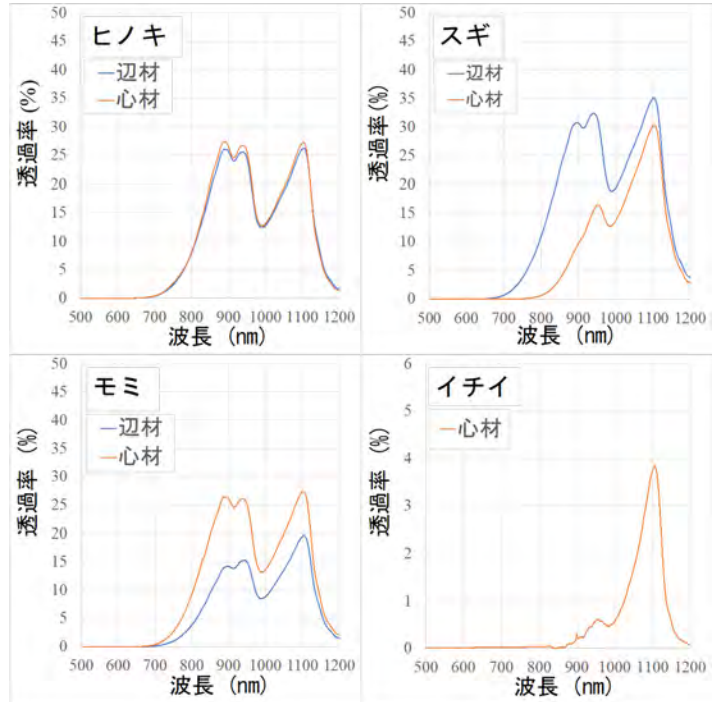


図2 樹種・部位ごとに示した波長と光透過率との関係

表1 樹種・部位ごとの1100nm付近の波長の光の透過率の平均(%)

樹種	科	属	全体	辺材	心材
サワラ	ヒノキ科	ヒノキ属	42.1	41.8	42.3
トドマツ	マツ科	モミ属	35.1	30.9	39.3
エゾマツ	マツ科	トウヒ属	34.8	34.1	35.6
コウヤマキ	コウヤマキ科	コウヤマキ属	33.3	32.8	33.8
スギ	ヒノキ科	スギ属	32.7	35.1	30.4
ゴヨウマツ	マツ科	マツ属	32.2	34.3	30.6
アカエゾマツ	マツ科	トウヒ属	31.8	31.8	31.7
アカマツ	マツ科	マツ属	30.4	32.0	29.1
アスナロ	ヒノキ科	アスナロ属	27.3	25.6	28.9
ヒノキ	ヒノキ科	ヒノキ属	26.8	26.2	27.2
モミ	マツ科	モミ属	25.6	19.7	31.6
イチョウ	イチョウ科	イチョウ属	24.6	25.2	24.0
カラマツ	マツ科	カラマツ属	23.4	24.2	22.5
ツガ	マツ科	ツガ属	20.9	22.7	18.6
ネズコ	ヒノキ科	ネズコ属	20.7	22.0	19.4
コメツガ	マツ科	ツガ属	20.6	23.8	17.4
ベイマツ	マツ科	トガサワラ属	16.8	17.5	16.0
トガサワラ	マツ科	トガサワラ属	15.2	16.2	14.2
イヌマキ	マキ科	イヌマキ属	14.0	14.2	13.8
カヤ	イチイ科	カヤ属	10.4	9.8	10.8
イチイ	イチイ科	イチイ属	3.9		3.9

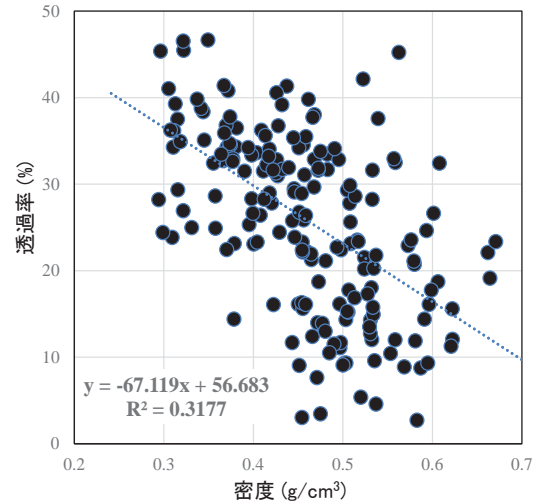


図3 1100nm 付近の波長の光の透過率と密度の関係