

## 樽材向き北海道産ミズナラ、成長のカギを明らかに

～持続可能な樽材用立木育成への貢献に期待～

### ポイント

- ・樽材向きのミズナラが持つ生育特性の傾向を特定することに成功。
- ・立木や丸太の外観から樽材向きのミズナラを見分ける方法を改良。
- ・希少な樽材向きのミズナラ立木を持続可能に育成する方法に寄与。

### 概要

北海道大学大学院環境科学院博士後期課程の仲谷 朗氏と同大学北方生物圏フィールド科学センターの吉田俊也教授、北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場の村上 了主査、大崎久司主査、同機構森林研究本部林業試験場の太野泰之森林経営部長の研究グループは、ウイスキーの樽材として需要が急増しているミズナラを対象に、237 個体の材のねじれ（繊維傾斜）度合や、チロース<sup>\*1</sup>の出現比率を調べ、個体ごとの生育特性（年輪幅や木口面の偏心度、立地環境など）との関係を分析しました。

その結果、成長が遅く、年輪の中心（髄）が偏っていない個体は材のねじれ度合が小さく、道管に形成されるチロースの割合が多くなるため、液漏れしにくい材になる傾向があることを突き止めました。伐採や風倒などで立木の周囲にスペースが大きくなったとき、その成長速度は特に開放された方向に大きくなり、その結果年輪の中心も変化します。そのため、周囲にバランスよく、かつある程度密に立木が配置された状況を保ち、できるだけゆっくり育成させることで、樽材に適したミズナラを生産できる可能性があります。また、これまで材のねじれは樹皮の外観（割れ目の傾斜）から経験的に予測されていましたが、それらの関係は想定よりも弱いことが明らかになりました。材のねじれは周囲の環境変化で成長とともに少しずつ変化しますが、樹皮は経年劣化で外側から順番に剥がれ落ちていきます。そのため、樹皮から得られる情報は、長期間の蓄積で形成された材全体のねじれには反映されにくいと考えられました。今回の研究は、持続可能な樽材生産に向けて、林業分野や木材加工分野への応用が期待されます。

なお、本研究成果は、2025 年 9 月 23 日（火）公開のオランダの国際誌 *Forest Ecology and Management* にオンライン掲載されました。



ミズナラは他の外国産ナラ類にはない魅力を持ったウイスキー用の樽材になるが、それらと比較して道管を埋めるチロースの形成が少ないため、少しでも材にねじれがあると、液漏れが発生してしまう。

## 【背景】

日本では、多くのウイスキーが北米産のホワイトオークで作られた輸入樽を使って熟成されてきました。ホワイトオークの心材部における道管（水や養分の通道組織）は、ほとんどがチロース（道管を埋める充填体：図 1）で埋まっているため、多少材にねじれがあっても問題なく樽に利用できます。近年、日本のミズナラ樽で熟成したウイスキーが人気となってきましたが、ミズナラはチロースの形成が少ないため、少しでも材にねじれがあると道管が樽の内外でつながってしまい、液漏れが発生してしまうことが問題です。そこで、樽の生産者は木材市場などで丸太を調達する際に、樹皮や樹形を指標として（図 2）、できるだけ材のねじれが少ない（繊維が通直な）と見込まれる高品質なものを選択してきました。しかし、ミズナラは家具や床材としての人気も高いことから高品質の丸太は限定されており、その数は年々減少しています。

ミズナラは日本の広葉樹種の中でも特に長寿で大径となることが知られており、森林生態系のキーストーン種といえる存在です。このように、経済的にも生態系的にも重要な位置を占めるミズナラを、持続可能な方法で利用し続けるためには、需要に見合った品質のミズナラを人の手で育てていく必要があります。しかし、ミズナラを含む広葉樹のほとんどはこれまで天然林からの生産が主流だったため、適切な育成方法が確立していません。また、ミズナラのこうした特殊な材質に関してはほとんど研究例がなく、どのような生育特性を持つ個体が樽材に適しているのかも明らかではありませんでした。

そこで、本研究ではミズナラ現存量・生産量が日本で最も多い北海道において、樽材適性に重要な要素－材のねじれ及びチロースの充填率－と、立木個体の生育特性（年輪幅・木口の偏心率・樹幹の曲り・個体サイズ・立地環境）との関係を調査しました。さらに、これまで経験的に語られてきた「樹皮と材のねじれ」との関係が妥当であるか、科学的根拠に基づいて調査しました。

## 【研究手法】

北海道大学雨龍研究林で調査を行いました。まず、立木 1 本 1 本に個体識別番号（ID）を付け、樹皮の写真撮影するとともに、直径・樹幹の曲がりなどの特徴を調査し、さらに、GIS（地理情報システム：Geographic Information System）を用いて位置情報を記録しました。今回の研究で対象としたミズナラ（237 個体）は、平均直径が 27.4cm（範囲 20～94cm）でした。撮影した写真から、樹皮の割れ目の角度や方向を記録しました。そして、対象にしたミズナラを伐採し、それぞれの ID を紐づけた状態で採取した円盤から、年輪の中心の偏り（木口の偏心率）を計測しました。さらに、高さと幅が 3 cm の角材状のサンプルを作製し、年輪数や年輪幅、チロース充填率（単位面積あたりに存在する道管のうち、チロースで埋まっている割合）を計測し、割裂法（基準線を設けたサンプルをナタなどで繊維に沿って割り、繊維の傾斜を測定する方法：図 3）を用いて材のねじれを定量的に評価しました。また、GIS の位置情報から、立木個体ごとの生育する土地の局所的な水分状況を算出しました。

## 【研究成果】

ミズナラの材のねじれは、木口面で年輪の中心（髄）が大きく偏っているほど大きくなることが分かりました。このような偏心は、一般に樹冠（立木上部の枝葉が多い部分）が不整形であったり、傾斜のある土地でよく見られます。その形は、周囲の木の混み具合に合わせて変化するため、周囲にバランスよく木が配置されていると、髄が木口の中心に位置しやすくなります。また、成長速度が速く年輪幅が広い立木個体でねじれが大きいことも示されました。一方で、成長が速い個体ではチロースの形成が少ないことも示されたことから、樽材に適したミズナラは「偏心が少なく成長が遅い」とい

う生育特性を持つことが分かりました。

樹皮と材のねじれとの関係は弱く、樹皮の外観から材のねじれを予測することは必ずしも適当な指標ではないことが示されました。このことは、樹皮が立木個体の成長とともに外側から順に剥がれ落ちるため、長期間の蓄積で形成される材全体のねじれを必ずしも反映しないためと考えられました。

樽材に適した条件を「材のねじれ3%以下かつチロース充填率70%以上」と仮定すると、本研究で対象としたミズナラ237個体のうち、当てはまるのはわずか7個体（およそ3%）にとどまりました。このように希少な高品質材を持続的に利用するためには、資源が枯渇しないように人の手で積極的に育てていく必要があります。本研究から、樽材適性を持つミズナラは、年輪が木口の中心に位置するよう、適度な競争関係を保ちながら育てることが必要であることが分かりました。そのためには、伐採に適した大きさに達するまで弱度かつ頻繁に間伐<sup>2</sup>を繰り返すことが重要と結論づけられます。

### 【今後への期待】

これまで森林管理の現場では、生産性向上のために成長を速めることが特に重視されてきました。このことは、大量の需要に応えようとする一般的な林業においては合理性がありますが、北海道の広葉樹の場合は事情が異なります。広葉樹材には、家具材や楽器材、樽材など付加価値が高く、特定の用途に直結する材質特性が存在します。こうした木材を安定的に確保するためには、単純な成長促進だけでなく、それぞれに適切な育成方法が不可欠です。もしその知識がなければ、資源の供給は天然林の立木を大量に伐採し、その中からわずかに適した材を選び出すという従来の方法に頼らざるを得ません。実際、輸入材の減少が進む現在、天然林が過度に伐採されるリスクが日本においても高まっています。その状況を食い止めるために、造林学と木材科学が融合して、材質特性を考慮した立木の育成方法を確立することが重要です。本研究は、その端緒となる事例であり、この分野の発展に向けた重要な一歩になることを期待しています。

### 【謝辞】

本研究は、北海道大学雨龍研究林のご協力のもと行われました。また、本研究は JSPS 科研費 (JP20K06137)、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム (JPMJSP2119) の助成を受けたものです。

### 論文情報

論文名	Growth characteristics of standing individual Japanese oak ( <i>Quercus crispula</i> ) qualifying for barrel timber in a secondary forest (二次林における樽材適性のあるミズナラ ( <i>Quercus crispula</i> ) 立木個体の生育特性)
著者名	仲谷 朗 <sup>1</sup> 、村上 了 <sup>2</sup> 、大崎久司 <sup>2</sup> 、大野泰之 <sup>3</sup> 、吉田俊也 <sup>4</sup> ( <sup>1</sup> 北海道大学大学院環境科学院、 <sup>2</sup> 北海道立総合研究機構林産試験場、 <sup>3</sup> 北海道立総合研究機構林業試験場、 <sup>4</sup> 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)
雑誌名	Forest Ecology and Management (森林の生態学と資源管理に関する専門誌)
DOI	10.1016/j.foreco.2025.123183
公表日	2025年9月23日(火)(オンライン公開)

### お問い合わせ先

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 教授 吉田俊也（よしだとしや）

T E L 01654-2-4264 F A X 01654-3-7522

メール yoto@fsc.hokudai.ac.jp

### 配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目）

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

北海道立総合研究機構森林研究本部企画調整部普及グループ（〒079-0198 美唄市光珠内町東山）

T E L 0126-63-4164 F A X 0126-63-4166 メール forestry@hro.or.jp

### 【参考図】

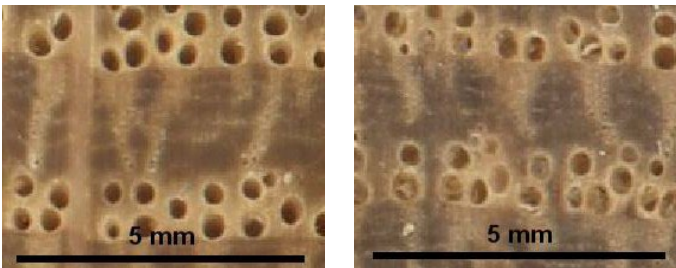


図1. 木口面で見られるミズナラの道管（直径0.5mmほどの孔状部）。右の写真では、内部がチロースで埋められた道管が多く見られる。



図2. 樹皮が右にねじれているミズナラ（写真左）と通直なミズナラ（写真右）。いずれも大きな個体（推定樹齢200年以上）で市場価値は高いが、右の個体は高品質とみなされるため価格は数倍になることがある。

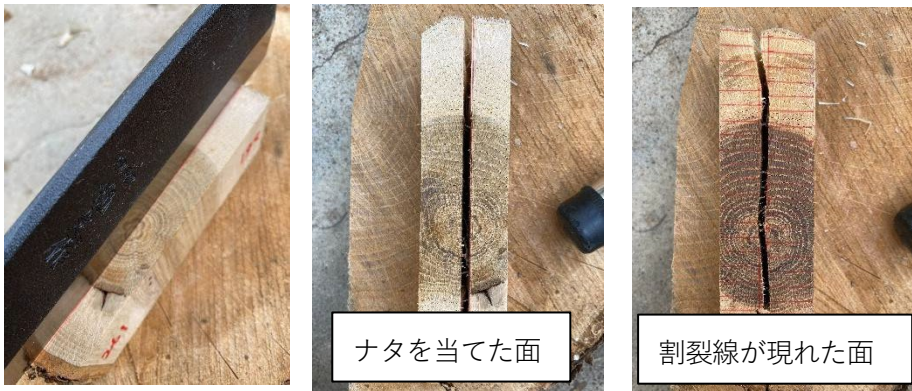


図3. 割裂法の様子。サンプルの木口面（表裏）に平行に引いた基準線にナタを当て、繊維に沿って割る。繊維が傾斜した部分の割裂線は、基準線からずれて現れる。ずれの大きさが、材のねじれの大きさを表す。

#### 【用語解説】

- \*1 チロース… 水や養分を通道していた道管内部を塞ぐ物質（充填体）のこと。侵入した病原菌の拡がりを防ぐなどの役割を果たす。
- \*2 間伐 … 立木の成長促進や林床の光環境改善のために、林内の立木を一部伐採し、間引くこと。