

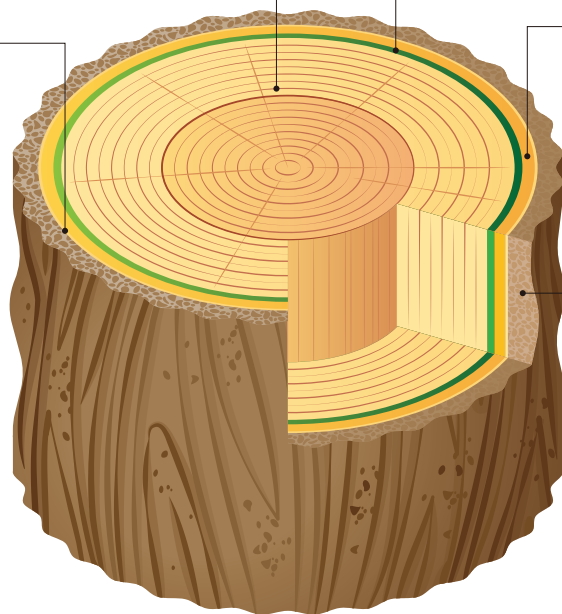
樹皮の構造と特徴

木部

形成層の内側につくられ、成長輪(年輪)を形成しながら太く成長する。樹体の支持のほか、根から吸収された水の輸送や養分の貯蔵などの役割も担う。

コルク形成層と周皮

コルク形成層は内樹皮の外側にあつて、外側にコルク組織、内側にコルク皮層をつくりだす。コルク組織、コルク形成層、コルク皮層をあわせて周皮と呼ぶ。最も内側の周皮を境に、内側が内樹皮、外側が外樹皮と呼ばれる。



イラスト：VectorMine / iStock

形成層

木部と内樹皮の間にあつて、細胞分裂を繰り返して細胞をつくりだす。内側に木部、外側に師部をつくり、樹木の太さ方向への成長(肥大成長)を担う。

内樹皮

形成層のすぐ外側につくられ生きた師部細胞を含む。葉でつくられた糖などの光合成産物を樹木全体(幹、枝、根)に運ぶ役割を担う。

外樹皮

外界から樹木内部への水や異物の侵入を防ぎ、また乾燥や衝撃あるいは病原体などから樹体を保護する役割を持つ。外樹皮を構成するコルク細胞の細胞壁には水を通しにくいスベリンなどの化合物が含まれており、このコルク細胞が密に並ぶことが外樹皮の機能発現に関係する。

特集

樹皮の役割と利用

樹皮が剥ぎ取られた木々

シカなどにより樹皮が剥ぎ取られると、光合成産物や水の輸送が阻害されるほか、傷口から腐朽菌や病原菌が侵入することがある。内部まで腐朽が進むと倒木の危険が増加したり、また最悪の場合には枯死することがある。

(写真提供：飯島勇人氏)



「わたしたちの身のまわりで木はどのように使われていますか？」と聞かれたら、多くの人は木造住宅に使われている柱や梁^{はり}、あるいは暮らしの中の家具や器などの道具類を思い浮かべることでしよう。

また皆さんの中には、コピー用紙や書籍、新聞紙といったいわゆる洋紙と呼ばれる紙類を思い起こす方もいるかもしれませんが。これらの製品に使われているのは樹木の木部とよばれる部位です。

一方で、樹木には木部以外の部位もあります。木の幹の最も外側にあつて、ふだん、わたしたちが触れることができる部位が、今回の主役の樹皮です。

樹皮は、樹木にとって成長に欠かせない養分を運ぶ役割に加え、環境の変化や外敵から樹体を守る働きをしています。これらの役割と関連して、樹皮を構成している組織構造(上図参照)や化学成分は、木部とは大きく異なっています。わたしたちは、こうした木部とは異なる樹皮の特徴を活かす方法を工夫することで、大昔から樹皮を利用してきました。

この特集では、古くから行われてきた樹皮利用について紹介するとともに、現代における樹皮利用、そして将来的に再生可能資源として利用するために必要となる技術開発について紹介します。

木部と異なる樹皮の特徴

特集

樹皮の役割と利用



監修：久保 智史(研究ディレクター)

橋田 光(森林資源化学研究領域)

黒田 克史(木材加工・特性研究領域)

近年は、化石資源に替わり再生可能資源である木材の利用が再認識されてきています。そうした中、木材産業における副産物とされてきた樹皮の利用可能性についても関心がもたれています。

あらためて樹皮とはどのようなものなのか？

樹皮の伝統的な利用や新しい利用へ向けての研究について紹介します。

化学成分も利用されている樹皮



黄檗(おうぼく)

(森林総合研究所樹木園)

キハダ



(筑波実験植物園)

ヤマザクラ



キニーネの原料樹皮

樹皮の外観は樹種により異なる。また樹皮に含まれる化学成分についても樹種により大きく異なり、キハダやキナの樹皮は、含まれている化学成分の効能により生薬の原料として利用されている。木部との比較では、セルロース、ヘミセルロース、リグニン含量についても違いがあるとされている。



キナ



(千葉県柏市内)

ギンヨウアカシア



(筑波実験植物園)

セイロンニッケイ

特集

樹皮の役割と利用

樹皮には特有の化学成分が含まれることも多く、また木部と同じ化学成分を含む場合でも、樹種によつてはその含有量が大きく異なることがあります。この特徴を活かし、ある特定の樹木の樹皮は古くから生薬などの原料として利用されてきました。

キハダの樹皮を原料とする黄檗(おうぼく)という生薬には健胃・整腸作用、消炎・収斂作用があり、これらの効能には樹皮に含まれるアルカロイドという化合物が関係しています。トチュウやヤマザクラなどの樹皮も生薬の原料として利用され、それぞれリグナン類やフラボノイド類という化合物が効能に関係します。また、マリアの特効薬であるキニーネは、キナの樹皮から抽出されるアルカロイドです。

樹皮は、香料としても利用されています。たとえば、桂皮アルデヒドやクマリンといった化合物が含まれているクスノキ科ニッケイ属の内樹皮はシナモンとして利用されています。

また、アカシア属のギンヨウアカシアの樹皮から抽出されたミモザタンニン^{ミモザタンニン}は、皮の鞣し加工に使われています。

ここで紹介したものの以外にも、樹皮に含まれている化学成分は、暮らしのさまざまな分野で役立っています。

樹皮の化学成分を活かした利用

古くから利用されてきた樹皮

樹皮は身近な生活資材の原料として古くから利用されてきました。縄文時代には、衣類や雑貨などをつくる布の原料として使われていたと考えられます。三内丸山遺跡(青森)をはじめとするいくつかの遺跡から、樹皮を使ったさまざまな製品が発掘されています。

現代においても、シナノキ(科布)、コウゾやカジノキ(太布)、オヒョウ(アットウシ)といった樹木の内樹皮を原料とした樹皮布が伝統工芸品としてつくられています。

そのほか樹皮は、屋根葺材としても使われてきました。その起源は飛鳥時代にまでさかのぼるとされます。神社建築などにみられるヒノキの樹皮を使用した檜皮葺(ひのかわづき)は、見た目の美しさだけでなく、樹皮が持つ耐腐朽性や防水性にすぐれるといった特性を利用したものです。

また、明治時代に西洋から洋紙の製造技術が導入されるまで、日本では和紙が使われていましたが、その原料にはコウゾ(楮)、ミツマタ(三桠)、ガンピ(雁皮)などの樹皮の繊維が使われてきました。表面が滑らかで強いという和紙の特徴は、これらの樹皮の繊維が持つ、長くて細いという形態学的な特徴によるものです(▼P3「鼎談記事参照」)。

古くから使われている樹皮



太布

カジノキやコウゾの樹皮繊維で織られた粗く丈夫で通気性にすぐれた布で、伝統的に庶民の衣料用素材として使われてきた。
(徳島県立博物館)

コウゾ



サクラやヒノキの樹皮の利用

三内丸山遺跡から出土したヒノキ科の針葉樹の樹皮で編んだ袋と、中に入っていたクルミ(右下)。
(三内丸山遺跡センター)

石川条里遺跡出土のサクラ樹皮。テープ状にされていることから、結束などに使われたと考えられる。
(長野県立歴史館)



アットウシ

アイヌがオヒョウの樹皮繊維で織った丈夫で通気性にすぐれた布で、伝統的に衣服などの素材として使われてきた。
(北海道平取町アイヌ工芸伝承館)

オヒョウ



シナノキ

科布

シナノキの樹皮繊維を用いた軽くて丈夫な布で、伝統的に衣服や縄などの素材として使われてきた。
(経済産業省東北経済産業局)

樹皮の役割と利用



工場で剥皮された樹皮には、樹皮の他に木部などが混入している。木部の混入率は剥皮に使われる機械の種類に影響を受ける。

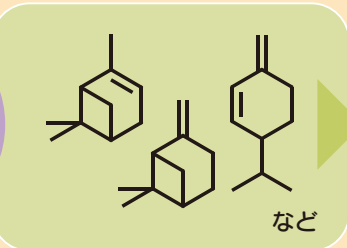
樹皮に含まれているタンニン量	
樹種	タンニン含有量 (%)
スギ	2.5
ヒノキ	1.4
カラマツ	6.7
ラジアータパイン	15.8
オノエナギ	12.9
モリシマアカシア	30.7
ニセアカシア	3.3
クヌギ	13.3

樹皮に含まれる化学成分が樹種によっても大きく異なる場合がある。樹皮を化学的に利用する場合には、目的に応じて異なった樹種を原料として選択するなどの工夫が必要といえる。
(大原 (2009) 木材学会誌 55 巻 2 号から)

樹皮に含まれる化学成分の新たな利用



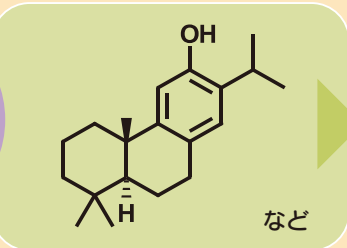
テルペン類
(モノテルペン)



石油代替プラスチック原料
環境浄化資材等



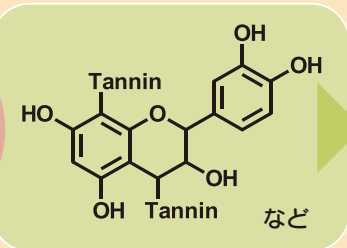
テルペン類
(ジテルペン)



抗菌・防臭剤
抗酸化剤等



ポリフェノール類



石油代替熱硬化樹脂原料
合板用フェノール樹脂
接着剤等
(▶ P.16 参照)

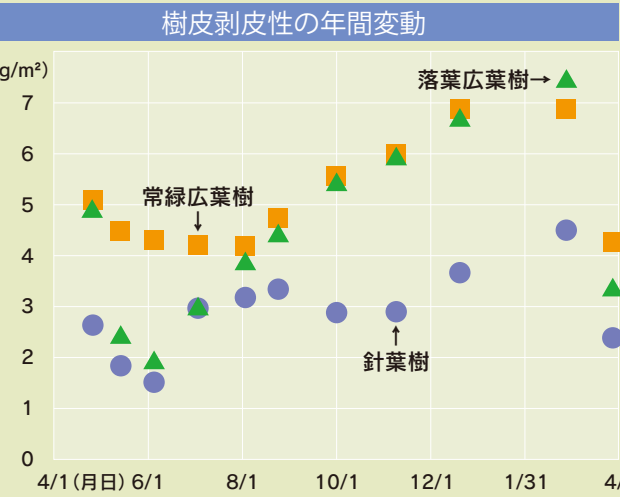
樹皮には樹種ごとに異なる多様な化学成分が含まれており、その中には石油系プラスチックやフェノール樹脂などの熱硬化性樹脂原料として利用できるものもある。また樹皮には溶剤等で抽出できないために化学構造も分からない成分が含まれているが、これら成分の構造を明らかにすることで、樹皮の用途をさらに広げることができると考えられる。

また、樹皮および樹皮から抽出した化学成分を活用した化石資源代替プラスチックや、その他の樹脂原料の開発へ向けた研究を他の研究機関や民間企業と協力して進めることで、樹皮の新たな利用方法の開発をこれからも続けていきます。

森林総合研究所では、基礎科学的な観点から樹皮の特性を解明する研究を続けています。同時に、樹皮特有の不均一性といった問題を解決するために、製材工場における樹皮ごとの樹皮の生産量調査をはじめ、樹皮に含まれる化学成分の違いやその季節変動を明らかにする研究を行っています。

工業原料には、できるだけ均一な材料を必要な時に必要な量、供給する体制が求められます。しかし、樹皮の特性は樹種による違いが大きく、また樹皮構造が樹齢によって異なる場合や、樹皮に含まれる化学成分が季節によって変動する場合もあります。

これからの樹皮の利用研究



樹皮の剥がれやすさは季節や樹種によって異なる。剥がれやすいと製材工場に持ち込まれる前に剥皮していることもある。一方、剥皮工程で木部もいっしょに剥ぎとられることもある。
(中村・大平 (1963) 林業試験場研究報告 155 号から)

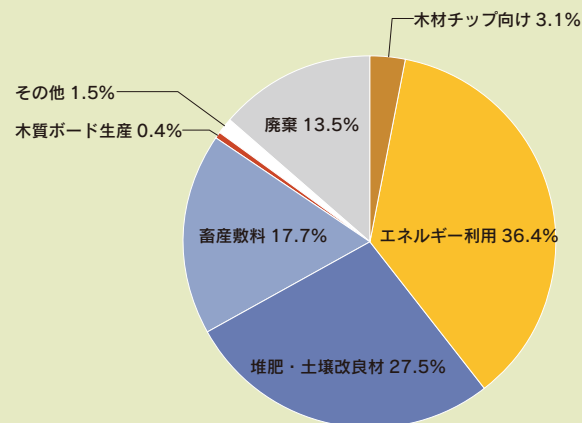
原木の樹皮率		
樹種	直径 (cm)	樹皮率 (重量%)
ヒノキ	12.9	9.4
トドマツ	8.8	11.1
カラマツ	11.4	11.9
ドロノキ	10.9	15.0
マカンバ	10.5	13.3

原木の樹皮率は原木の直径のほか、樹種などによっても異なる。多くの広葉樹では針葉樹に比べて樹皮率が高い。
(村田・高村 (1960) 林業試験場研究報告 126 号から)

製材工場等から発生する木質バイオマスの種類と割合

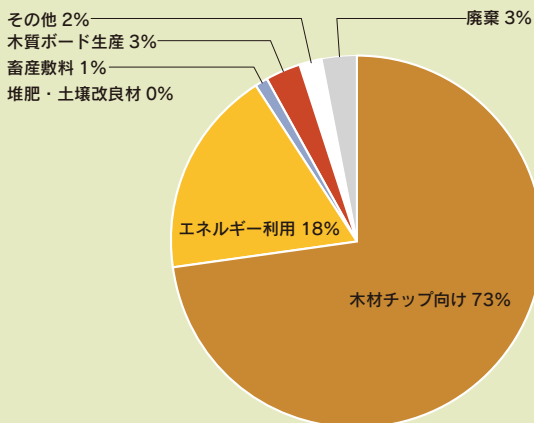
樹皮 16%	端材など 53%	おがくずなど 31%
--------	----------	------------

樹皮の用途と利用率



製材工場等では樹皮の他に端材、おがくずなどが副産物として生産されている。樹皮の利用、特に付加価値的な利用に関しては端材等に比べても進んでおらず、廃棄される量も他の副産物に比べて多くなっている。ここで引用した調査結果は2005年に行われ

端材などの用途と利用率



た農林水産省「木質バイオマス利用実態調査」で、同調査以降は、製材工場等で生産される樹皮等の副産物の量に関する大規模な調査は行われていない。樹皮の利用を進めるためには、まずは利用可能な資源量を明らかにすることも必要である。

資源としての樹皮

山から伐り出された原木は製材工場やチップ工場に運ばれ、そこで木部と樹皮に分けられます。原木に占める樹皮の割合は原木の直径や樹種によって異なりますが、伐採期を迎えたスギの場合では幹の重さの10%程度になると報告されています。

製材工場で目的の形に加工される前に剥皮されることから、製材工場加工される木材量が多くなると、生産される樹皮の量も増えます。そのため、国産材の利用を進めることで、より多くの樹皮を資源として利用できると考えられます。

いま、製材工場で生産される樹皮の多くは、工場が必要となる熱や蒸気を生産するボイラーの燃料、家畜の敷料やバーク堆肥などの原料として利用されています。これらの利用は、木部に替わる安価な原料という点に価値が置かれています。

現代では、環境問題への関心の高まりから、再生可能なバイオマスの利活用技術への期待が高まっています。樹皮も、その特性を活かした新たな用途や利用手法を見いだすことで、木部の代替原料としての利用のみならず、再生可能な資源としての可能性をさらに大きく広げることができると考えられます。