

きぎ 樹木の優しさ（木材利用のすすめ）

技術部 製品開発グループ 山崎亨史

■はじめに

じゅもく

樹（樹木）とは、多年生の植物の中でも、地上部が枯れずに越冬し、茎（結果として幹）が肥大成長するとともに、細胞壁が木化する植物です。背丈が高くなることから、ヤシもヤシの樹と呼んだり、タケも樹のように思う方もいるかもしれませんが。これらは草（草本）です。高さによって、高木（喬木）と低木（灌木）に分けることもありますが、分類上ではこの分け方に意味はありません。一般的な樹のイメージは高木でしょうか。

樹の場合、茎は木化した幹になっています。この幹が木材として利用できるものとなります。ここでは、主に木材として利用できるものを樹と表現し、樹木や木材の優しさについてお話しします。

■樹木の優しさ

樹木は緑の葉をつけます。カラマツ類などを除き針葉樹のほとんどは冬でも葉をつけています。一方、広葉樹には、比較的寒い地域で育ち冬に葉を落とす落葉広葉樹と、暖かい地域で一年中葉をつけている常緑広葉樹があります。

この葉の色である緑色は、よく目に優しいといわれます。この理由の一つとして、人の目は緑を感じやすいと言われていています。緑色は赤や青に比べ光のエネルギーが弱くても感じるができるようです。また、心理的にも、緑は自然の色であり安心感を与えると考えられます。

新緑は目に映え、夏場の日差しの強い時期には、葉を広げて日差しを和らげる木陰をつくってくれます。また、日差しが弱まる秋から冬にかけては、広葉樹の場合、葉を落とし、明るい状態にしてくれます。街路樹の多くが広葉樹であるのはこのようなことにあるのでしょうか。

加えて、広葉樹の一部はきれいな花を咲かせ、人々を楽しませてくれます。その代表がウメやサクラ、ライラックなどでしょう。開花の時期にお祭りなども開催されます。また、花だけではなく、おいしい果実を実らせるものもあり、果樹として植えられているものだけではなく、日本にも自生するクリやオニグルミなどがあります。また、街路樹としても植えられているイチョウ（メスの樹）からは銀杏

が採れます。あまり食べることはありません（ジャムにすることはある）が、雪が降っても残っているナナカマドの赤い実も、景観に一役買っています。子供のころは、イチイ（オンコ）やクワ（ヤマグワ）の実を食べた記憶があります。なお、オンコの実の外側の赤い部分だけで、種には毒があるから食べちゃダメと言われていました。調べたところ、タキシム（イチイの学名*Taxus*が由来）という成分に毒性²⁾があるようです。山での楽しみにはコクワ（サルナシ）もあるでしょう。また、コナラやミズナラなどのドングリはデンプンを多く含み、縄文時代から食料として貯蔵され、あく抜きし食べられてきた³⁾ようです。

樹木には空気をきれいにしてくれる働きもあります。光合成により酸素を供給してくれることはもとより、大気汚染物質である窒素酸化物や二酸化硫黄、自動車の排ガスに含まれる多環芳香族化合物の吸収能力があり⁴⁾、大気浄化に役立っています。とはいえ、上記の大気汚染物質は酸性雨の原因となり、森林の衰退も招く⁵⁾ことから、発生を抑える努力も必要です。

雨が降ったときには、葉が茂っている樹の場合、その多くは葉っぱなどで受け止めてくれます。直接雨を落とす量は少なく、一部は滴としてしたり落ちますが、勢いが弱められ、量も葉や枝、幹に付着する分で少なくなります。その樹木により雨滴が遮断される割合は、15～20%⁶⁾だそうです。そのため、多少は濡れることはありますが、雨宿りに利用することもできます。

ただし、雷雨のときは、樹に落ちた雷の電流が人に飛んでくることがありますので、危険です。雷が鳴っていたら、樹には近づいてはいけません。

■森林の優しさ

樹木の集まった森や林もまた、様々な優しさをもたらしてくれます。

大雨が降った時には、それを受け止めて、優しく流すことで水害を防ぐことにもつながります。それは、降ってきた雨を葉っぱの上で受け、そこから蒸発するもの、したり落ちるもの、そして幹を伝って徐々に地面に達するものに振り分け、これらに

よって短期間に雨水の地面に達する量が地下にしみ込む量を超えにくくします。このことにより、地表水としての流れや、その流れによる土砂の崩壊を低減してくれます。また、しみ込んだものも、一部は根から吸い上げられるとともに、根によって地下における水の移動も緩めると考えられます。図1に森林における降水時の水の行方を示します⁷⁾。降雨直後の流出は25%程度で、50%が地面にしみこみ、その内15%は樹木が利用し、残りの35%は徐々に地下水や川の水として流れていきます。一方、裸地では、表面流出として55%が降雨直後に流れ出し、貯留水はわずか5%にとどまるだけで、雨が長期間少ない時に水不足につながるようです。また、土砂の流出量も、裸地に対して森林は、桁違いに少ないという報告もあります⁸⁾。

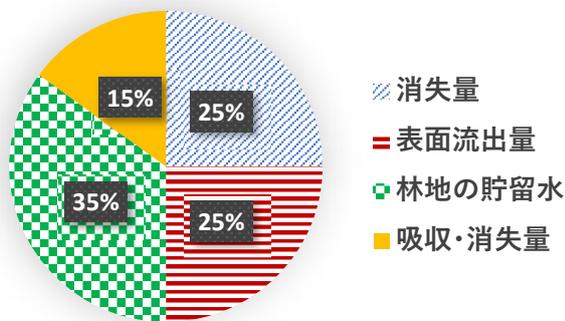


図1 林地における降水配分⁷⁾

さらに、防風林としても植えられているように、風を弱めてくれます。また、葉の茂った森林には防音機能もあり、静けさをもたらします（ヤマナラシという風で葉っぱのこすれあう音を出すものもありますが）。雪から道路や鉄道を守る防雪林というものもあります。また、森林は雪崩の防止にも役立っています⁹⁾。

樹の生えている森や林は、リラックス効果のある森林浴の場を提供してくれます。この森林浴は、視覚的な癒しのほかに、樹木が放つフィトンチッドと呼ばれる成分が心身をリフレッシュしてくれます¹⁰⁾。

また、森林には人ばかりではなく、動物などにも優しいといえます。森には、生きた樹だけではなく、枯れ木や倒木があり、様々な鳥や動物、虫たちが身を隠す場所となったり（写真1）、食物連鎖の底辺を支える有機物を供給することで、生物多様性が保たれています。

■木は自然のもの

木（木材）は、樹木によってつくられたものです。これは、樹木が太陽光を浴び、二酸化炭素（CO₂）



写真1 樹の穴で子育てをするシジュウカラ

と水から有機物をつくり出し、その大きくなる形態を保つため、木部を発達させながら成長することによります。樹木はまず、伸長成長（高く伸びる）し、そのまわりに肥大成長（太くなる）します。その際、温帯や寒帯では冬に活動を停止することで年輪を刻みます。

この樹の成長について誤解されている事例を、テレビで見かけることがあります。樹が成長しながら車を持ち上げたとか、ドラマで過去に人の高さに仕組んだ仕掛けが、樹の成長により人の手が届かない高さになったことを利用したトリック、などです。しかし、高さが変わるのは先端の生長点だけで、幹の部分は、バームクーヘンが一層一層、外側に生地をつけながら焼いて太くなっていくのと同様、外側へ、外側へと年輪を刻んでいるのです。この成長が木材をもたらしてくれることになります。そして木材は様々なものに利用されてきました。それは、身近にあって入手しやすく、適度な強さがありながら、比較的簡単に加工できることにあります。

木材以外にも、葉や樹皮に有用成分を含む樹種も多くあります。先人の知恵である漢方薬の原料にも樹木由来のものが少なくありません。私が学生の時、おなかの調子が悪いと話していると、先生が「たまたまキハダの木があるからその内樹皮をかじるといい」と教えてくれました。あいまいですが、試してみるとわずかな時間で治ったように記憶しています（苦かったという記憶は無し）。このキハダの内樹皮は鮮やかな黄色で、黄檗（おうばく）と呼ばれる漢方薬の原料¹¹⁾となっています。

天然ゴムもまた、その名の通り天然由来で、これはゴムの木（パラゴムノキ）の樹皮に傷をつけて得られる乳液からつくられます。最近では、ゴムの採れなくなった樹から木材を採り、家具にしたものが売られるようになりました。よく見ると、熱帯地域で育っているため、年輪はありません。

■人の暮らしに欠かせない

日本は森林に恵まれており、古くから樹や木を使ってきたと想像できます。

とりわけ人の生活に密着したものが、木造建築の建材です。近年では、鉄筋コンクリートや鉄骨造などの建物が開発され、それには人工の材料が用いられていますが、そのようなものがない時代、木が最も身近で、加工もしやすく、古くから使われていたと考えられます。

原始時代、日本人は天地根元造¹²⁾と呼ばれる、地面に長方形の穴を掘り、その両端に2本の丸太を斜めに向い合せ上部を交差させてしばったものを二組つくり、その交差した上に別な丸太を渡して屋根の骨組みとし、さらに丸太を立てかけてしぼり、その上にカヤのような草で屋根とした住居に住んでいたそうです。白川郷などで見られる合掌造りの元なるものでしょうか。

一方、ヨーロッパは石やレンガ造りの家というイメージがありますが、ヨーロッパの建物の主要部分の大半は木造¹³⁾だそうです。校倉造と同様な木を重ね積み上げたものやハーフティンバーと呼ばれる木材による軸組などです。中世以降の都市は、森林を伐りつくし、やむを得ずレンガや石で壁を築くことを始めたようです。

住居よりも人の暮らしに欠かせないのが火ではないでしょうか。木は、燃やすことができ、石炭や石油が一般に使われるようになるまでは、燃料として利用されてきました。この木を燃やすことにより、火を使えるようになったことが、人間の生活を豊かにしました。動物から身を守る、暖をとる、煮炊きによる食生活の充実などがあげられるでしょう。また、松明（たいまつ）のように火を灯として使うこともありました。これらをもたらしたのが、適度な火力（火力調整ができる）があり、また火持ちする、木であったと考えられます。

多くの樹（木）は、伐った直後（生材）でも燃やすことができます。これは灰分が少なく、また、含まれる有機物に対して水分が比較的少ないため¹⁴⁾です。実際、森林火災の原因の一つに落雷による発火があります。森林火災では、生きている樹も燃えていて、被害が拡大する映像をご覧になったことがあるのではないのでしょうか。当然、乾燥させることでより大きな火力を得ることができます。

木炭もまた、木から生産されます。それほど遠くはない昔、これらは燃料として欠かせないものだったでしょう。それらを供給する林は薪炭（しんた

ん）林と呼ばれ、拡大造林（国策としてスギなどの針葉樹を植栽）が始まる昭和30年ごろまで各地に多く存在していました。

もう一つ現代社会になくてはならないのが紙です。中国で発明されたという紙は、日本に伝わり、コウゾやミツマタなどの樹の皮を使った和紙となりました。一方、ヨーロッパにも伝わり、当初、その原料は綿などのぼろ布だった¹⁵⁾ようです。その後、印刷技術の開発があり、紙の需要が増えたことで、18世紀の終わりごろから19世紀初め、連続抄紙（紙すき）の機械が考案されました。抄紙技術は向上したものの、ぼろ布による原料では需要が満たせず、注目されたのが、大量に手に入る木材でした。19世紀中ごろ碎木パルプ（木をすりおろすような方法）が発明され、その後40年の間に、ソーダ法、亜硫酸法、クラフト法などの化学パルプ化（薬品でリグニンを取り除き繊維をばらばらにする）の技術が開発されました。なお、パルプとは紙の原料となる繊維の集まりのことです。このパルプはセロハンや化学繊維の原料にも使われています。

現在の紙の原料のほとんどは、木材と古紙です。木材も、紙用に植林（主に海外）されたものもありますが、伐採された丸太で、腐れや曲がりなどで木材として使えないもの（パルプ材）を細かくした山棒チップや、製材の残材（丸太の外周部である背板など）を細かくした背板チップも使われています。また、リサイクルとして建築解体材から薬剤処理のどがされていない部分を選別して使われています。

■目に優しい

木材は、目にも優しいといえます。木材の表面はきれいに鉋掛けされていても、顕微鏡レベルで凹凸があります。これに光が当たると、その凹凸により異なる方向に反射します¹⁶⁾。また、一部は吸収され、一部は透過します。透過した光も、木材の微細構造により乱反射を起こします。これらにより、強い光が当たっても、柔らかな光に換えてくれます。また、紫外線の吸収もよく、目に与える刺激も小さくしてくれます。

木材は見た目に暖かく感じます。これは、樹種によって色は異なりますが、その多くは黄赤系の色彩で、いわゆる暖色系であり、この色によることが考えられます。また、詳しくは後で紹介しますが、木材を触っても冷たく感じないということが心理的に働くためとも考えられます。

加えて、多くの木材には年輪模様があり、心理的

な落ち着きをもたらしてくれます。これは、年輪模様には1/fのゆらぎ（fは周波数；自然界に多く存在するゆらぎ）があり¹⁷⁾、このゆらぎが自然で快いというイメージを与えるからと考えられています。

■体に優しい

木を触った時、それほど冷たくなく、比較的温かく感じる人が多いと思います。その理由の一つとして、密度によって異なりますが、木材は熱伝導率が比較的小さく、また熱拡散率も小さいこと¹⁶⁾にあります。すなわち、熱を伝えにくく、熱の流れも少ないということです。金属と触り比べると、温度が低い時は、金属の方がより冷たく、温度が高い時には金属の方がより熱く感じます。木材も冷たかったり、熱かったりしますが、そのまま触れていると、徐々に体の温度に近づいてくれます。サウナに木が使われていることでもわかるでしょう。金属だと周りの熱が伝わってきて、いつまでも熱いと考えられます。

木材はコンクリートに比べて歩行等における生体負担でも優れています¹⁸⁾。木材は適度に硬く、その上、衝撃を吸収してくれる、コンクリートにはない柔らかさを持っています。転倒時にけがをしたとしても、コンクリートに比べ軽いことは簡単に想像できるでしょう。

木材には調湿作用があり、湿度が高い時は、結合水として取り込み、逆に湿度が低い時はその結合水を放出する作用があり、湿度の変化を小さくし、適度に保ってくれます。このことが関係していると考えられているのが、学校におけるインフルエンザによる学級閉鎖です。インフルエンザは湿度が低いと感染しやすいといわれており、RC造と木造の校舎で比較するとRC造は木造の3倍以上の閉鎖割合が認められたそうです¹⁹⁾。

■地球（環境）に優しい

樹は成長する際、地球上で暮らす多くの生物が必要とする酸素と、有機物を供給してくれます。

近年、地球温暖化による環境や気候への影響が問題化しています。この温暖化を引き起こしているのが大気に含まれる温室効果ガスで、そのなかで最も多いのが二酸化炭素（CO₂）と考えられています。その大気中のCO₂を減らすことができるのが木材の利用です。

草などもCO₂を使い、酸素を放出しながら有機物を生産しますが、木に比べ分解されやすく、わずかな

期間で再びCO₂に戻ってしまいます。一方、樹がつくり出す木材は、細胞壁にリグニンを沈着（木化）させることにより、分解されにくくしています。またこの木化により、材料として使える強さも生み出されています。

水分を除いた木材の重量の約50%は炭素です²⁰⁾。これも木化よってもたらされています²¹⁾。草などの炭素含有率は45%程度で、セルロースのそれ（44.4%）に近い値です。木材にはリグニンが20～30%含まれるのに対し、草には4%程度しか含まれていません（枯れる頃の茶色くなった草では、多少木化が進みもう少しリグニン量、炭素含有量は多いかもしれません）。リグニンの炭素含有量は約65%で、リグニンが増えるほど炭素含有率が高くなるということです。木材の構造はよく鉄筋コンクリートにたとえられます。セルロースが鉄筋、リグニンがコンクリート、ヘミセルロースはそれらを結びつける針金のような役割といわれています。リグニンが充填されることで、材料として使える強さがもたらされているのです。また、このリグニンが草と比べて腐りにくくし、CO₂の固定期間を長くしています。

とはいえ、樹木も我々と同じく、酸素を使いCO₂を出すという呼吸も行っており、樹木も年を取ると成長が鈍り、酸素の供給量と炭素の固定はわずかになります。その意味では多くの天然林は極相（生物学用語で最終的な安定した状態）であり、倒木などによる分解を含め、酸素とCO₂の放出量はほぼ等しいと考えられます。

一方、人工林は適正な施業をすることにより、森林として炭素の固定量を高く推移させることができます。さらに、間伐材を含め伐採したものを木材として利用し、長く使うとともに、伐採後にきちんと植林することで、炭素の固定量を増やしていくことができます（図2）。

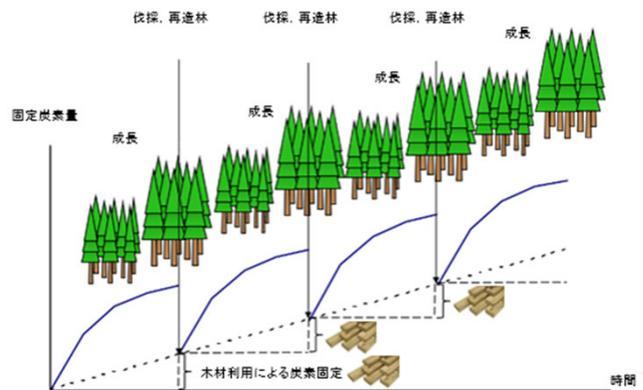


図2 人工林と木材利用による炭素固定のイメージ²¹⁾

■おわりに

一時、割り箸を使うのは悪だという風潮がありました。確かに、使い捨てはよくありません。しかし、多くの割り箸は、建材などに使えない間伐材などの丸太や、建材を取った残りの端材を利用して作られています。販売されたお金が、林業関係に戻され、再び造林されるのであれば、割り箸の利用も決して悪とはならないでしょう。また、この割り箸も回収してリサイクルする取り組みも行われています。

我々の身近でも生産できる木材は、軽くて強く、また加工もしやすい、端材も有効活用できる、など優れたエコマテリアル²²⁾です。身近で生産できる＝輸送距離が短くて済む、軽い、ということはそれだけ化石燃料の使用も抑えることができ、温暖化対策にはうってつけではないでしょうか。

一時期、品質が一定でない、燃える、腐るといったことから木材離れが進みましたが、それらを克服する技術も進み、公共建築物等木材利用促進法の施行など国の政策も相まって、木材の地位が復権しつつあります。また、木材自給率も一時20%を切ったこともありましたが、近年は回復傾向にあり、平成23年から8年連続の増加で平成30年は36.6%となっています²³⁾。

ご紹介したように、森林は多くのものをもたらしてくれます。また、コストなど課題はありますが、木材からは石油製品と同じような化成品も作ることができます。木材は石油と違い、持続的な生産が可能な、身近にある大切な資源です。環境を守っていくためにも、上手に使うことを心掛けたいものです。

■参考

- 1) 福田忠彦：感覚の生理と心理，慶應義塾大学 湘南藤沢キャンパス講義資料http://gc.sfc.keio.ac.jp/cgi/class/class_top.cgi?2005_14454
- 2) (国研) 農業・食品産業技術総合研究機構：https://www.naro.affrc.go.jp/org/niah/disease_poisoning/plants/yew.html
- 3) 西田正規：縄文の生態史観，東京大学出版会（1989）。
- 4) 鈴木静夫：大気環境科学，内田老鶴圃（1993）。
- 5) 林野庁監修：森林とみんなの暮らし，日本林業技術協会（1985）。
- 6) 全国林業改良普及協会編：森のセミナーNo.1 森と水，全国林業改良普及協会（1998）
- 7) 鈴木啓三：木と森の雑学，グラフ社（1985）
- 8) 鈴木雅一，福嶋義宏：水利科学，33巻5号（1989）
- 9) 富山和子：森は生きている，講談社（1981）
- 10) 谷田貝光克：わかりやすい林業研究解説シリーズ76 フィトンチッドと森林浴，林業科学技術振興所（1985）
- 11) 須藤彰司：世界の木材200種，産調出版（1997）
- 12) 上村武：木と暮らし，PHP研究所（1979）
- 13) 太田邦夫：ヨーロッパの木造建築
- 14) 日本エネルギー学会編：バイオマスハンドブック，オーム社（2002）
- 15) 川瀬清：新版林産学概論，北海道大学図書刊行会（1982）
- 16) 山田正編：木質環境の科学，海青社（1987）
- 17) 高橋徹，鈴木正治，中尾哲也編：木材科学講座5環境，海青社（1995）
- 18) 日本木材学会編：住まいと木材，海青社（1990）
- 19) 橋田紘洋編集代表：木造校舎の教育環境，日本住宅・木材技術センター（2004）
- 20) 浅野猪久夫編：木材の事典，朝倉書店（1982）
- 21) 山崎亨史：木材のマテリアル利用の重要性とエネルギー，ケミカルエンジニアリング，Vol.56No.9（2011）
- 22) 桑原正章編：もくざいと環境，海青社（1994）
- 23) 林野庁ホームページ：
www.rinya.maff.go.jp/press/kikaku/190927.html