



特集 ●

脱炭素化社会に貢献する 木質バイオマスエネルギー

文責＝編集部 監修＝大平 辰朗

バイオマスという言葉をよく聞くようになりました。

バイオマスとは、「生物資源の量を示す概念」とされています。

林産物などの森林資源や、田畑の農産物、畜産資源、

水産資源などがおもにイメージされますが、

そればかりでなく、林地残材や農産物残渣^{ざんさ}、排泄物や下水汚泥などの
廃棄物までをふくめた生物由来の有機物資源を総称しています。

ここでは、おもに木質バイオマスを中心に、

持続可能で環境負荷の少ないエネルギー源として注目される

バイオマスエネルギーについて解説します。



むかしながらの
薪や炭なども
木質バイオマス

「バイオマス」とは？

「バイオマス」という言葉は、生物を意味する「bio」と、量を表す「mass」とからなる合成語で、「ISO（国際標準化機構）」や「バイオマス活用推進基本法」などによると、「動植物に由来する有機物である資源」（石油や石炭などの化石燃料資源を除く）と定義されています。

燃料革命以前では、もっぱらこの「バイオマス」こそが人びとの暮らしを支える最強の素材（マテリアル）であり、燃料（エネルギー）でした。木造の家で、薪炭を使って煮炊きをし、綿、麻、絹などのバイオマス資源由来の繊維で衣服をつくり、稲わらや竹、木材を加工した道具類を使うことで生活が成り立っていました。

燃料革命は、人びとの暮らしや産業構造を一変させました。エネルギーは、バイオマスである薪炭から、石油や石炭などの化石燃料に転換し、それらに基づく動力や電力が支える「石油文明」へと変革をとげました。

化石燃料への転換によって生活基盤が整備され、人びとの暮らしも豊かになりました。同時に、生産効率を優先させた「大量生産・大量消費」の産業構造は、社会問題化した「公害」の試練と克服を経て、現在では地球規模での環境問題を引き起こしています。



木質バイオマスの例

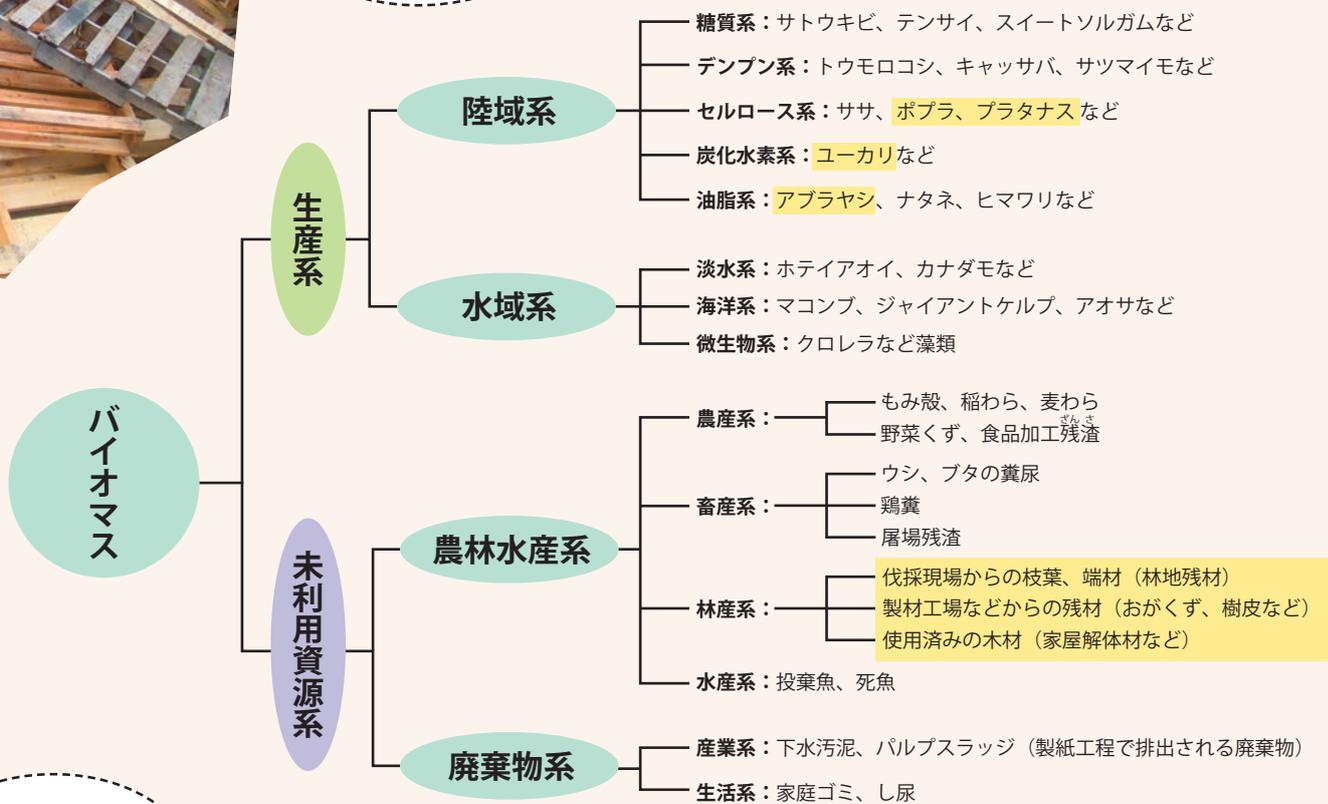
- ①チップ ②半炭化チップ
- ③一般的なペレット ④ハイパーペレット
- ⑤半炭化ペレット ⑥製材の残材 ⑦おが粉
- ⑧資材廃棄物

バイオマスの分類

生物由来資源としてのバイオマスには、下図のようにさまざまなものがあるが、ここでは主に木質バイオマスについて解説している。

出典：『バイオマスエネルギー』（横山伸也・芋生憲司著 森北出版）より一部改変

■ = 木質バイオマス



バイオマス

生産系

陸域系

- 糖質系：サトウキビ、テンサイ、スイートソルガムなど
- デンプン系：トウモロコシ、キャッサバ、サツマイモなど
- セルロース系：ササ、ポプラ、プラタナスなど
- 炭化水素系：ユーカリなど
- 油脂系：アブラヤシ、ナタネ、ヒマワリなど

水域系

- 淡水系：ホテイアオイ、カナダモなど
- 海洋系：マコンブ、ジャイアントケルプ、アオサなど
- 微生物系：クロレラなど藻類

未利用資源系

農林水産系

- 農産系：もみ殻、稲わら、麦わら、野菜くず、食品加工残渣
- 畜産系：ウシ、ブタの糞尿、鶏糞、屠場残渣
- 林産系：伐採現場からの枝葉、端材（林地残材）、製材工場などからの残材（おがくず、樹皮など）、使用済みの木材（家屋解体材など）
- 水産系：投棄魚、死魚

廃棄物系

- 産業系：下水汚泥、パルプスラッジ（製紙工程で排出される廃棄物）
- 生活系：家庭ゴミ、し尿

木材からつくられた燃料用アルコールも、木質バイオマス。

写真提供：野尻昌信（森林資源化学研究領域）

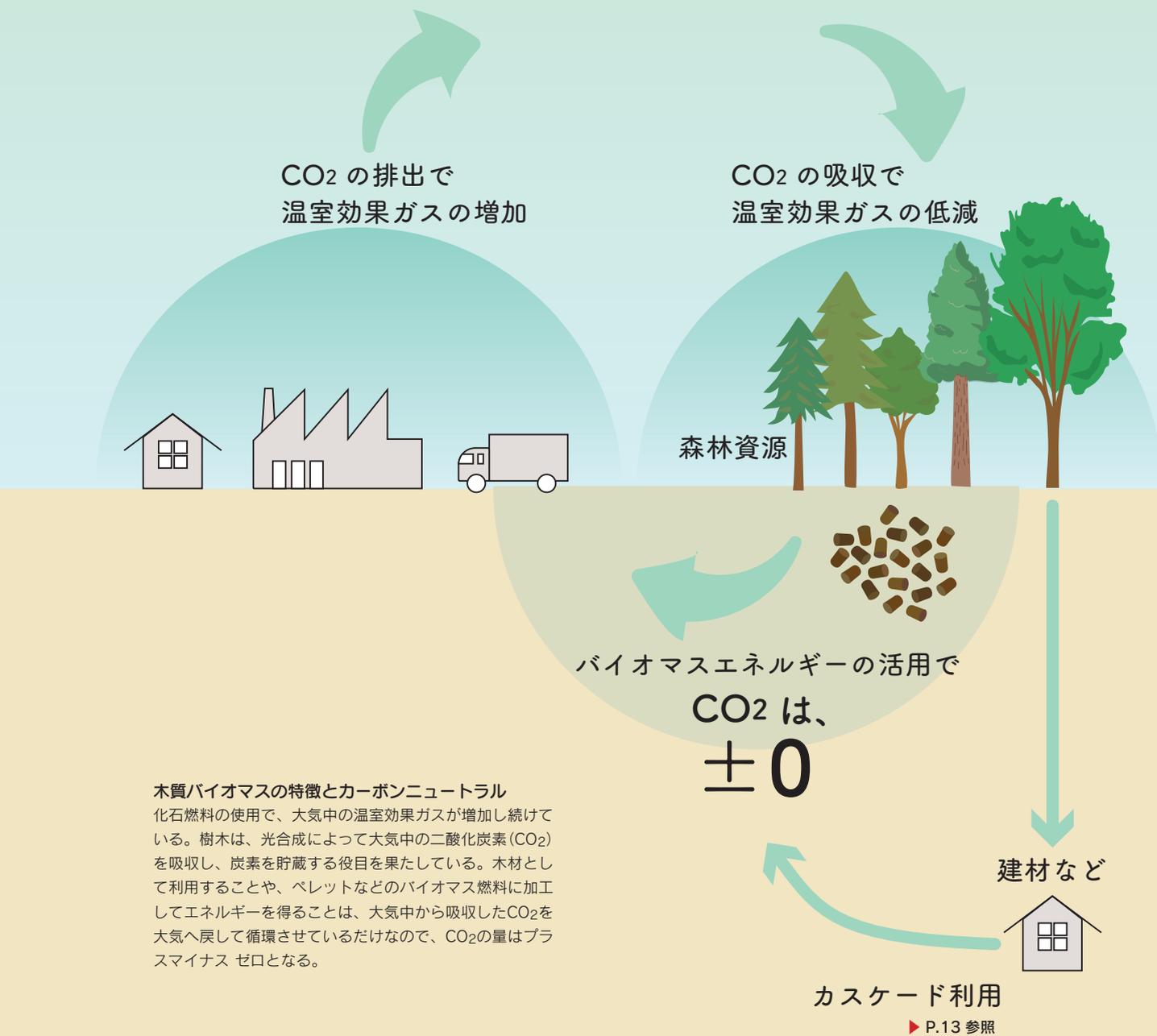


「脱炭素化」とバイオマスの特徴

こうした中、改めて持続可能で環境負荷の少ないエネルギー源として注目されているのが「バイオマス」です。

地球温暖化をはじめとする気候変動は、いま国際社会において迅速な対策が求められています。

2021年に発表された「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」の「第6次評価報告書」では、地球温暖化が人為的な活動によるものであることは「疑う余地がない」と明記され、さらに今世紀半ばまでは想定されるすべてのシナリオで、地球の年平均気温が上昇を続け、今世紀中に1.5℃を超えるとしています。



木質バイオマスの特徴とカーボンニュートラル

化石燃料の使用で、大気中の温室効果ガスが増加し続けている。樹木は、光合成によって大気中の二酸化炭素(CO₂)を吸収し、炭素を貯蔵する役目を果たしている。木材として利用することや、ペレットなどのバイオマス燃料に加工してエネルギーを得ることは、大気中から吸収したCO₂を大気へ戻して循環させているだけなので、CO₂の量はプラスマイナスゼロとなる。

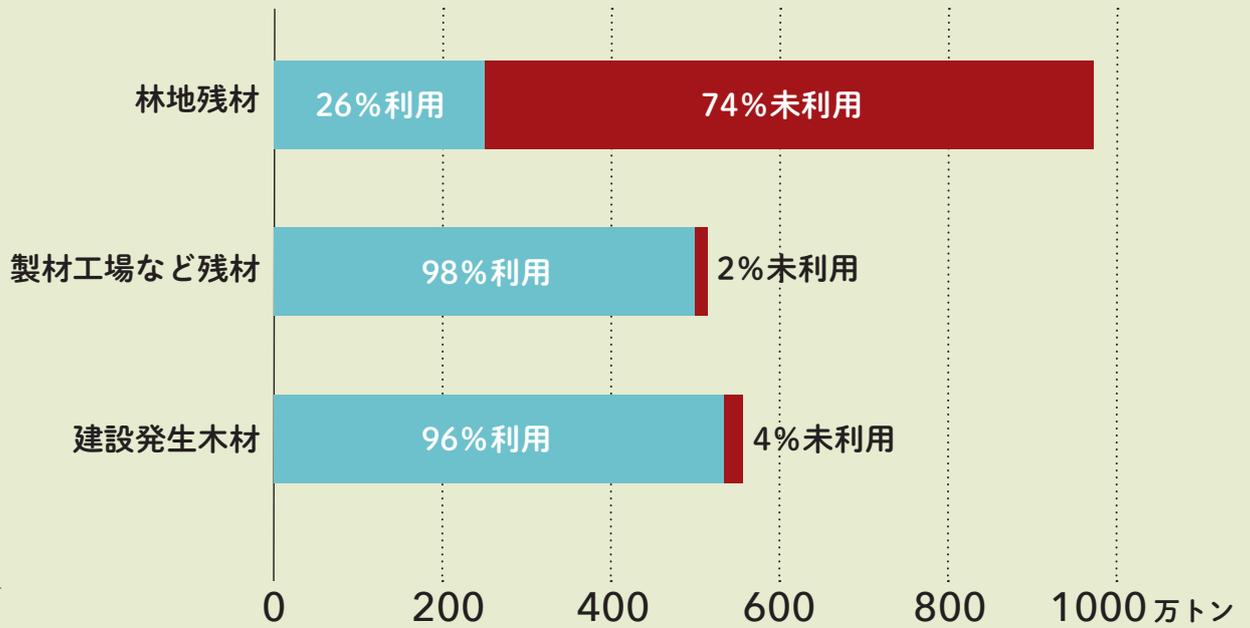
IPCCの報告を受けて、世界はいまカーボンニュートラル・脱炭素化への転換を図ろうと模索しています。カーボンニュートラルとは、地球温暖化の原因物質である温室効果ガスの排出と吸収量を均衡させることを言います。

温室効果ガスの中で主要なガスが二酸化炭素(CO₂)です。わたしたちは呼吸によってCO₂を吐き出していることからわかるように、生物界の炭素の循環を担っているガスで、植物はCO₂と水から光合成によって、自身のからだ(有機物)をつくりだしています。炭素は、生きものの中からだを構成している有機化合物の骨格となる物質で、生きている樹木も、伐採されて加工された木材も、そのおよそ半分は炭素でできています。いわば、樹木や木材は、炭素の貯蔵庫ともいえるわけです。

地下から掘り出した化石燃料を燃やせば、大気中のCO₂濃度を増加させます。それに対して、大気中のCO₂を吸収して貯蔵しているバイオマスを持続可能な形で燃料に使えば、吸収と排出がプラスマイナスゼロとなり、カーボンニュートラルとなります。

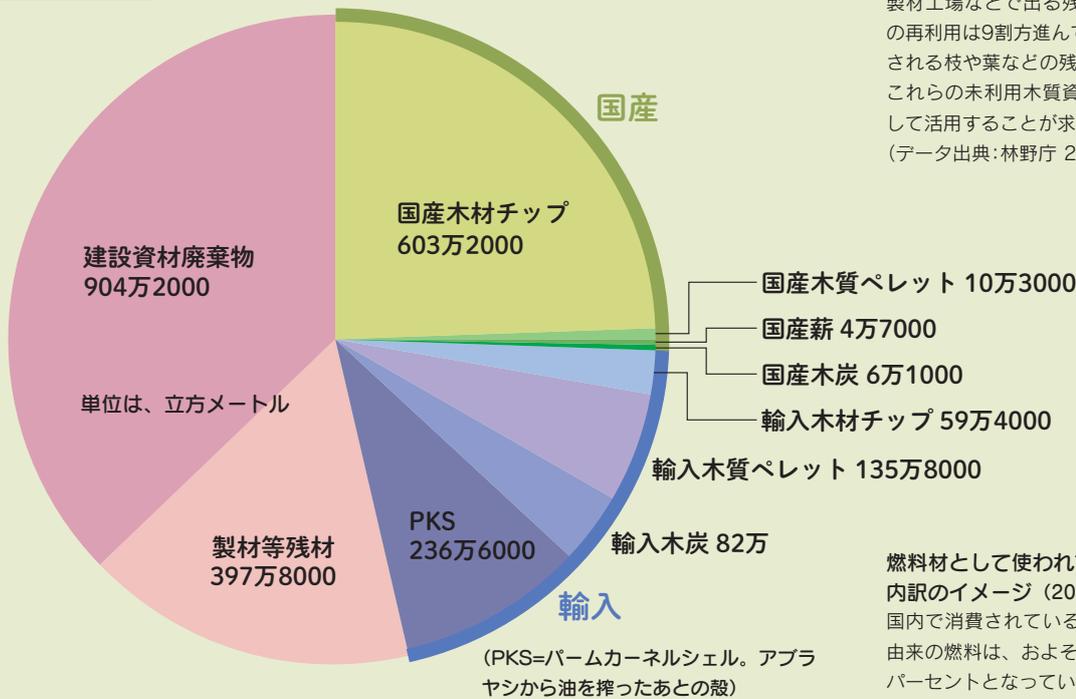
森林は、バイオマス資源の宝の山

日本は、2050年までのカーボンニュートラルの実現を目標として掲げて



特集◎
脱炭素化社会に貢献する
木質バイオマスエネルギー

木質バイオマスの発生量と利用量の状況（2018 推計）
製材工場などに出る残材や建設現場から発生する廃材などの再利用は9割方進んでいるが、伐採時などに林地に取り残される枝や葉などの残材は、なかなか利用が進んでいない。これらの未利用木質資源をバイオマスエネルギーの原料として活用することが求められている。
(データ出典:林野庁 2020)



燃料材として使われているバイオマスの消費量
内訳のイメージ（2018 推計）
国内で消費されているバイオマス燃料のうち、国産の森林由来の燃料は、およそ624万立方メートルで、全体の約26パーセントとなっている。(データ出典:林野庁 2020)

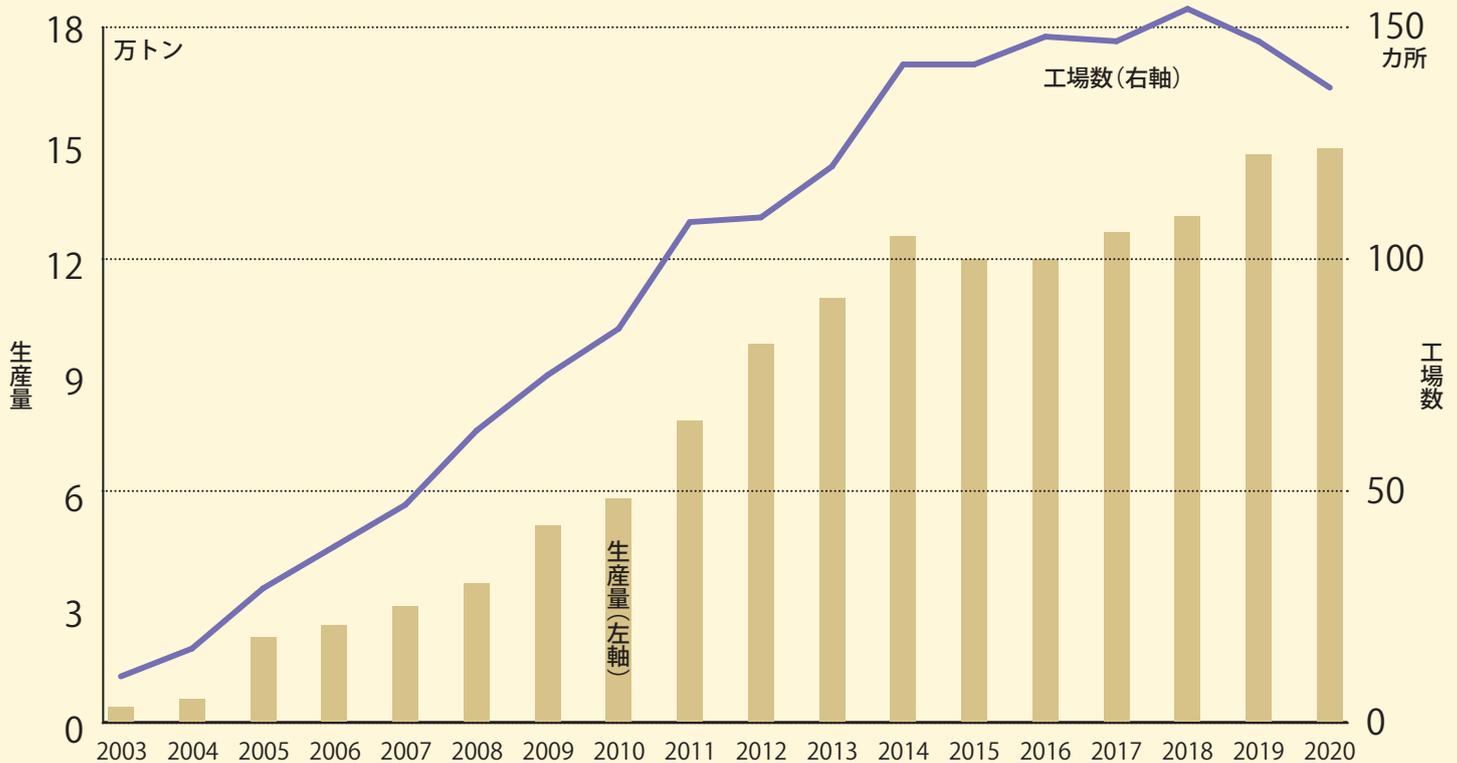
います。これを達成するためには、温室効果ガスの排出を少なくすると同時に、吸収源となる森林の整備や、木材の利用を促進することが大切です。

バイオマスには、農産資源や海洋資源などさまざまなものがありますが、それらの中でも森林資源は、利用可能性が最も多いバイオマスといえます。マテリアルとして木材を利用すれば、その重量の約半分の炭素を貯蔵したのと同じ意味を持ちます。さらに、木材はカスケード利用が可能です。材として繰り返し使ったり、小さい材や薄く削った単板を貼り合わせて集成材や合板にしたり、製紙原料にしたり、チップやペレットにして最終的には、燃料として利用することができます。

製材工場の残材や建設現場から出る廃材は、ほぼ再利用されています。しかし、木材生産の現場で間伐や主伐時に出る林地残材のほとんどは、搬出のコストや手間の関係から利用がほとんど進んでいないのが現状です。林業に関わるさまざまな作業をいま以上に効率化することで、これらの未利用バイオマスを効率よく活用したいものです。

バイオマスエネルギーの現状

再生可能エネルギーのひとつとして、現状、バイオマスエネルギーの利用分野



木質ペレットの生産量の推移

生産量、工場数ともに、右肩上がりに増えている。
※丸太換算値。データ出典：林野庁 2020



半炭化ペレット



一般的な木質ペレット

木質ペレット

乾燥させた木材を細かく粉碎して、圧力をかけて円筒状にしたもの。着火性が高く、運搬などで扱いやすいが、湿気に弱いといった短所もある。そこで、低温で炭化させる「半炭化」処理を行うことで、その短所を克服したのが、黒色の「半炭化ペレット」だ。その特徴は湿気に強いこと、カロリーが高いことなど。化石燃料に替わるカーボンニュートラルな燃料として注目を集めている。

研究の成果と今後への展望

は、大きく広がろうとしています。その産業規模は、固定価格買取制度を活用した発電の取組を中心に拡大し、木質ペレットの生産量も右肩上がりに増えてきています。しかし、いま以上にバイオマスエネルギーを普及拡大するためには、製造コストの低減が必要であり、さらなる設備の効率化やエネルギー自給率向上に向けた未利用な資源の利用技術の開発などが求められています。

木質バイオマスは、再生可能な有機資源で、カーボンニュートラルという長所を持ちますが、反面、エネルギー密度が低く、輸送や管理の手間もかかります。それらの短所を克服するために開発されたのが木質ペレットです。なかでも、カロリーがより高く、腐朽しにくく、耐久性に優れ、軽量で輸送効率を高めたものが「半炭化ペレット」です。発電や熱供給のための燃料として用いられているほか、舗装材への利用（チップの状態で使用）では歩き心地が良くなるなど、燃料以外の用途も期待できるマルチな素材です。

また、木質バイオマスからバイオエタノールをつくる技術も開発されており、液化燃料やガス化燃料などとともにカーボンニュートラルで持続可能な燃料として、次世代燃料の一翼を担うものとなっ

木質バイオマスの利用と技術開発

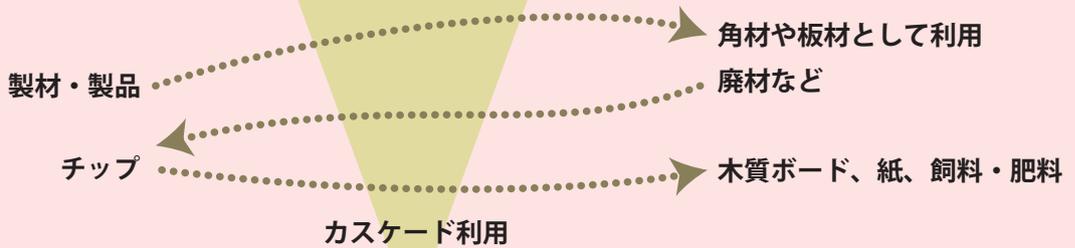
木質バイオマスにはさまざまな用途が考えられる。良材は、角材や板材としての価値が高い。曲がり材や短尺材、小径丸太などは集成材や合板などに利用され、さらに端材はチップにされて木質ボードや紙の原料になる。最終的にすべての廃材やおがくず、伐採時の残材などはペレットや液体燃料などの原料となり、カスケード利用されていく。

カスケード利用

カスケードとは、上流から下流へとつぎつぎに新しい価値のものとして再利用していくことなどを意味している。木質資源の場合、一度利用を終えた木材製品を新たな価値のある製品に再資源化後に、最終的にエネルギーとして使い切ることで木材の価値を最大化する、多段階的な利用方法が理想的である。

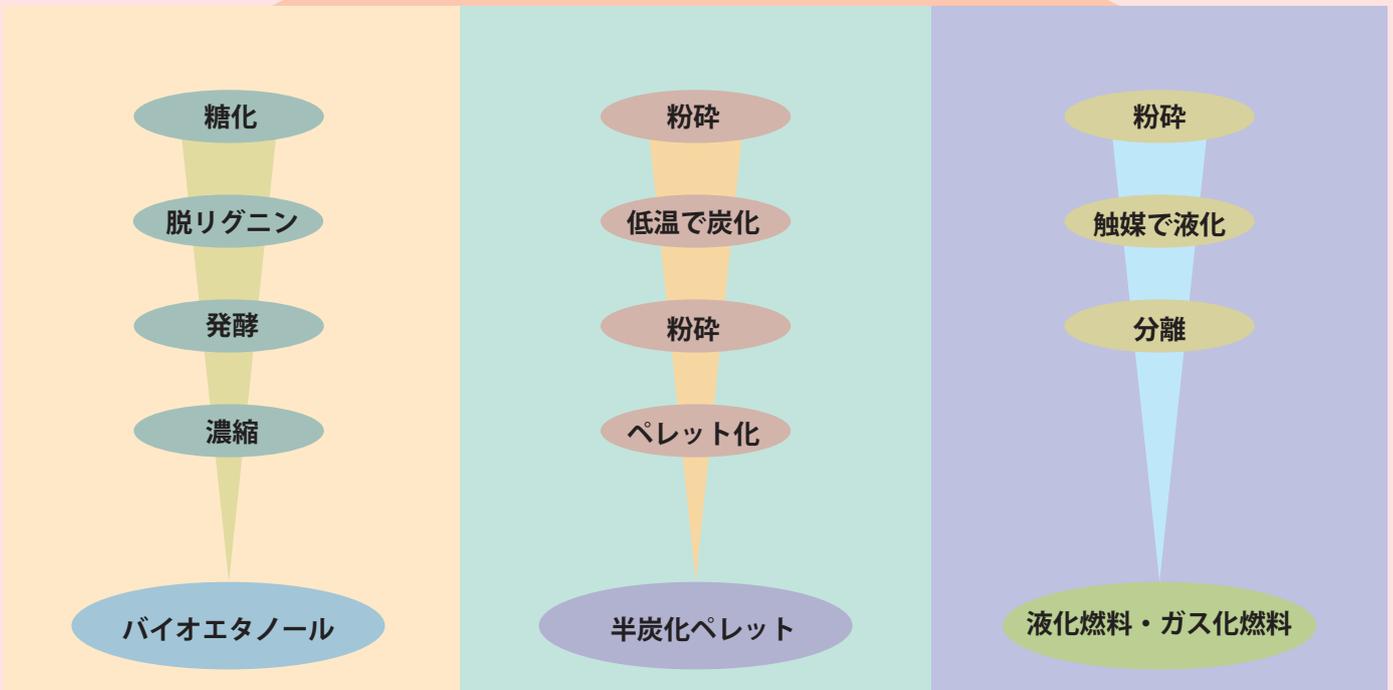
木質バイオマス Biomass

マテリアルとしての利用



特集◎ 脱炭素化社会に貢献する 木質バイオマスエネルギー

エネルギーとしての利用



電気、熱など.....→ 燃焼灰の利用

さらに木材の主要成分の一つであるセルロースの繊維をナノレベルまで物理的にほぐすことで得られるセルロースナノファイバーや、同じく主要成分の一つであるリグニンを工業的に利用するために化学的に改質した「改質リグニン」など、従来には存在していなかった新しい素材も生み出されています。それらには、工業材料などとしての利用が期待されています。

その他、バイオマス発電で排出される燃焼灰や木材の乾燥工程で排出される廃液など、資源をある目的のために使用する過程で排出された残渣も、無駄なく使い切る技術の開発も行われています。

これからの世の中、「バイオエコノミー」という考え方、すなわち生物の多様性と環境の保護を確保しながら、再生可能な生物資源の産業のための持続可能な使用を、より革新的で低排出の経済と調和させることが重要になると言われています。

この考え方を実現するには高いハードルがあると思いますが、一步一步できることから着実に木質バイオマスの利用拡大につながる研究開発に邁進していきたいものです。