

Forestry & Forest Products
Research Institute
No.58 2022

季刊 森林 総研

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

巻頭座談●木質バイオマスをどう使いこなすか？

横山 伸也

東京大学名誉教授

×

吉田 貴紘
長倉 淳子

木材加工・特性研究領域

立地環境研究領域

高田 依里

森林資源化学研究領域

58





表紙写真

木質チップとペレット

撮影＝神戸 圭子

特集写真

撮影:P.8～9,12

(下記以外) 神戸圭子

提供:P.9

⑥製材の残材、⑦おが粉、⑧資材廃棄物

：伊神裕司

燃料用アルコール：野尻昌信

巻頭●座談

木質バイオマスをどう使いこなすか？

横山 伸也 東京大学名誉教授

×

吉田 貴紘 木材加工・特性研究領域

長倉 淳子 立地環境研究領域

高田 依里 森林資源化学研究領域

..... 3

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..... 8

研究の森から●

早生樹やナギを用いた
木質バイオマス生産技術の最前線..... 14

高橋 正義 (森林災害・被害研究拠点)

原山 尚徳 (植物生態研究領域) 香山 雅純 (植物生態研究領域)

木質バイオマスを用いた
小規模エネルギー利用の可能性..... 16

久保山裕史 (林業経営・政策研究領域)

森林講座瓦版●

木質バイオマス発電は儲かるのか？..... 18

柳田 高志 (木材加工・特性研究領域)

インフォメーション●..... 19

自然探訪●

発熱する植物 ザゼンソウ..... 20

岡野 通明 (新素材研究拠点)

特集担当●

大平 辰朗

編集委員●

片岡 厚 (編集委員長)

松本 麻子

中澤 昌彦

杉山 真樹

川上 和人



▲アンケートにご協力ください

年4回刊行の季刊森林総研について、よりよい誌面作成のためにアンケートを実施しています。所要時間2分程度の内容です。みなさまからのご意見を心からお待ちしております。

季刊「森林総研」 2022 (令和4) 年9月16日発行



編集●国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 広報誌編集委員会

発行●国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部広報普及科

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地 TEL.029-829-8373 FAX.029-873-0844

URL <https://www.ffpri.affrc.go.jp/ffpri.html>

企画制作・デザイン●栗山淳編集室

印刷●昭栄印刷株式会社

©本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。



Yokoyama Shinya

横山 伸也 東京大学名誉教授

巻頭●座談

森林総合研究所図書室にて

Photo by Godo Keiko



Nagakura Junko

長倉 淳子 立地環境研究領域

木質バイオマスをどう使いこなすか？

ゲストにバイオマス研究の第一人者である横山伸也東京大学名誉教授をお迎えして、森林総研の各領域から、バイオマス・エネルギーに関する研究プロジェクトに参加する3人の研究者が、木質バイオマスについて語り合いました。



Takata Eri

高田 依里 森林資源化学研究領域



Yoshida Takahiro

吉田 貴紘 木材加工・特性研究領域

高田 ●私の専門は木質バイオマスの化学変換で、リグニンや樹皮のマテリアル利用について研究しています。またツールを作成し、地域内で生産される木質資源を原料に用いた場合や小型ガス化熱電併給装置（以下、CHP：Combined Heat and Power）によるエネルギー利用と組み合わせる場合の製造コスト等を試算して、生産プロセス等の評価を行っています。

横山 ●本日はお招きいただきありがとうございます。私、そもそも工業技術院（現・産業技術総合研究所）の木材ガス化

とも考えています。

吉田 ●森林総合研究所では森林環境、林業機械、木材加工、林業経済など、さまざまな領域から横断的に研究者に参画してもらってエネルギー研究に取り組んでいます。そこで、本日の座談も各領域から参加していただきました。最初に、各自の研究テーマを簡単にご説明してから、話題を深めていきたいと思っています。

私は、いま木質ペレットの利便性を高める「半炭化」の研究に取り組んでいます。「半炭化」については、のちほどお話ししますので、長倉さんからどうぞ。

長倉 ●私は、土壌の養分状態と樹木の成長との関係を研究しています。その一環として木質バイオマス発電所から出る燃焼灰を樹木の肥料として山に戻したり、苗木の培地として利用したりできないか検討しています。また、放射性セシウムの吸収抑制につなげることができないかと考えています。

横山 伸也 (よこやま しんや)

1947年北海道生まれ。1969年北海道大学理学部卒業。1974年同大学院理学研究科博士課程。工業技術院公害資源研究所入所。博士(理学)。1991年資源環境技術総合研究所温暖化物質循環制御部部長。2001年産業技術総合研究所中国センター所長。2004年東京大学教授。2011年公立鳥取環境大学教授。2019年同大学サステナビリティ研究所所長。東京大学名誉教授。



『バイオエネルギー最前線』『バイオマスエネルギー』(共に森北出版)

の基礎研究から始めたのですが、あるとき林業試験場(現・

森林総合研究所)にかつてお勤めされていた榎原彰先生が書かれた『木材の秘密』

という本を読んで、バイオマスが持つこれからの可能性に開眼し、いまに至っています。榎原先生の本によると、セルロースからアルコールを作る「第2世代エタノール」の原理(木材を濃硫酸等で処理するとエタノールの原料となる糖ができる)は、なんと100年以上前の1913年にすでに知られていたそうです。その技術がようやく現代に花開いたわけです。

私はその後、つくばの産業技術総合研究所で木材の液化に取り組み、木質バイオマスを高温高压処理して重油ほどの熱量を持つ液体にする研究を行いました。また、下水汚泥から液体燃料を作る研究などにも取り組みました。

高田 ● バイオマスのいろんな手法に關わってこられたのですね。

横山 ● 専門はガス化、熱分解です。バイオマス利用には、発酵による生物的手法と、高温で処理するサーマルな手法がありますが、私はサーマルなプロセスを主に研究してきました。

とはいえ、気候変動問題を考えると、生物的手法によるバイオマス利用は欠かせません。いま日本は2050年にカーボンニュートラルの達成を目指しています。目標達成には、化石燃料の抑制が必要で、電気自動車や水素燃料電池自動車

などの使用割合を高めなくてはなりません。そこでも有力な案としてE10があります。バイオエタノールを10パーセント入れたガソリンです。世界では導入が進んでいます。日本は、ETBE (Ethyl Tertiary-Butyl Ether) というバイオエタノールを入れていて、これはすでに市販のガソリンにも1〜2パーセント入っています。これを世界標準に合わせてE10にすればCO₂は減るわけですが、なかなかこちらにも思うように進んでいないのが現状です。原料のエタノールのほとんどをアメリカやブラジルから買って、アメリカでETBEに変えて輸入しています。木材の構成成分であるセルロースを原料とする第2世代バイオエタノール製造技術も重要です。まだ実用化されていませんが、生物学的手法とサーマルな手法の融合で早く商業化への道を切り開いて欲しいものです。

吉田 ● 先生は著書で、バイオマスは再生可能エネルギーの中で唯一「モノ」であることを強調されています。太陽光や風力と違って、有機物だから貯蔵もできるし、衣食住や産業を支えるマテリアルにもなる。この視点はとても重要ですね。

いま森林総研では、木質バイオマスを使い尽くすということを考えていて、たとえば、木材を燃やせば微量ながら灰や鉱物質が残ります。この灰を資源として活用できないか、ということまで長倉さん

はじめ研究室の皆さんと、肥料などへの活用も模索しています。

横山 ● 吉田さんのやっている半炭化ペレットは、発電だけでなく熱利用ですね。私は、そこが非常に大事だと思います。バイオマスというと発電にばかり目がいきますが、日本の電気と熱の割合は、たとえば製造業のエネルギー消費の4割は電力ですが、6割は熱です。

半炭化ペレットは熱利用もあるし、水に強くて貯蔵もできる。CO₂削減の観点からみて有望な燃料です。

吉田 ● 利便性の高い木質燃料を家庭で使えるようになれば、化石燃料を減らすことができて、地域での資源やお金の循環にもつながると考えています。

横山 ● バイオマスの燃焼灰と樹木のセシウム吸収抑制をリンクさせるという長倉さんのお話ですが、燃焼灰は、どのように働くのですか？

長倉 ● 燃焼灰には養分であるカリウムが含まれています。カリウムはセシウムと性質が似ていて競合するため、土壌にカリウムが多いと植物はセシウムを吸収しにくくなります。そのため、燃焼灰を森林にまくことでセシウム吸収を抑制できる可能性があると思います。



『木材の秘密—リグニンの不思議な世界』(榎原彰著 ダイアモンド社)



長倉 淳子 (ながくら じゅんこ)

1973年奈良県生まれ。1995年筑波大学生物資源学類卒業、森林総合研究所入所。2008年東京大学で学位取得。博士(農学)。現在、立地環境研究領域養分動態研究室主任研究員。酸性降下物、土壌乾燥、放射能汚染、施肥など生育環境の変化に対する樹木の応答を調べている。

る効果は確実に出ています。

横山●福島県で、林業をやっておられる方には待ち遠しい研究ですね。

長倉●燃焼灰の林地への施用には課題も多いのですが、地元の木を製材品として利用した残りの端材を、燃料として利用し、その灰を林地の肥料として利用する循環ができれば素晴らしいと思います。

横山●バイオマス利用が、多様な方面にリンクしていくのは大事ですね。高田さんは、樹皮の高度利用をされているとか？

高田●現在、小規模ガス化CHPを安定稼働させるための事業で、スギの丸太から高品質チップを生産する技術の開発を行っているのですが、そのときに出る樹皮を有効利用できないか参画機関の皆さんと研究しています。樹皮から抽出したフェノール成分を接着剤や樹脂原料に使用できないか模索中です。

横山●CHPの規模は？

高田●小型のものを地域で数台稼働させて、より上手に使える規模と熱の需要をシミュレーションしているところです。

横山●吉田さんの半炭化ペレットでは、樹皮は使わないのですか？

吉田●ガス化用の燃料はなるべく灰、鉍物質が少ないことが求められるので、樹皮を取り除いて、木材をチップにしています。その樹皮は、工場内で熱利用するとか、敷料に使われたりしているのですが、成分を見ると、いろいろな有用なものも含まれているので、どう付加価値をつ

けて産業化するかというところで、高田さんが取り組まれている研究につながるようになります。

横山●樹皮も木部もそれから燃焼した灰も全部使い切ることということで、3人の仕事に相互に関連しているんですね。

吉田●バイオマス専門、エネルギー専門という研究室はないのですが、森林、林業、木材産業それぞれの分野の研究者がいて、総合的にプロジェクト単位で協力して研究に取り組めるのが、森林総研の強みかもしれません。

横山●木材は、素材として合板や建築材に使うのは当たり前ですが、それ以外にエネルギーに使えるし、それから改質したマテリアルとしても使えますね。

高田●セルロースナノファイバー(以下、CNF)や改質リグニンですね。

吉田●森林総研では、塗料成分にCNFを配合する実証実験を行っています。大阪大学等の研究グループでは、CNFを少しだけ炭化して電気特性を付与すること、半導体の開発に成功したという報道もありました。ナノテク分野での活用も期待できそうです。

長倉●利点はなんですか？

吉田●やはり生分解性と劣化しにくい点でしょうか。塗料では、紫外線バリア効果が証明されています。

横山●いろんな用途への応用ができそうですね。

ところで、日本の林業は経営不振、管

理が行き届かない、所有者不明など多くの問題を抱えています。山主さんが、自分の所有している森林資源の価値が高いと認識するとだいぶ変わってくると思うんですね。需要があって、お金になることがみえれば、その財産を放っておくことはないと思うんです。ぜひ、バイオマスとしての付加価値を高めて、マテリアルやエネルギーとしての活用促進を図りたいですね。

吉田●人工林が成熟している中で、蓄積量はあるけれど人手が足りないという問題があると思います。人材を増やすには、利用の立場から魅力ある出口をつくる必要があるで、そうした流れを作れるといいのですが……。

横山●農林水産省の日本のバイオマス資源量のデータを見ると、余力はそれほど多くないんです。それでも、供給の最大の資源はやはり森林です。ところが伐採や搬送そして再び木を育てることにコストがかかる、人がいないという。そこをなんとか突破して、森林資源を有効に使わないと……。

最近のバイオマスの需要はすごいものがあります。バイオ発電や熱利用もあるし、木材をガス化して液化燃料を作る「FT合成」などの技術で、航空用燃料のSAF(Sustainable aviation fuel)も木材から作ることができます。また、バイオプラスチックも増えてきています。今は、幸か不幸かまだ生産量は少ないです

高田 依里 (たかた えり)

1984年福岡県生まれ。2008年九州大学農学部卒業。宮崎大学工学部研究員を経て、2014年九州大学大学院生物資源環境科学府修了。博士(農学)。2017年森林総合研究所に採用。専門は木材化学、木質バイオマス変換学。これまで主にセルロース系バイオエタノール生産や木質リグニンの高度利用に関するテーマに取り組み、新技術の開発と、その生産性・経済性等の評価研究に従事。



が、これらの先進技術が、やがて普及してくるとバイオマスといえども、資源が足りなくなります。そのときの頼りは、やはり再生産可能な循環利用資源である森林資源なんです。

吉田 ●食料とも競合しないところが大きな利点でもありますね。

高田 ●今はF-I-T (再生可能エネルギーの固定価格買取制度) があって、木質バイオマスで発電した電力を売ることができるので、未利用資源を山から持ち出すシステムが各地で出来上がってきているのが、とてもいいことだと思います。でも「F-I-Tが終わったらやめる」という事業者さんもいて、せっかくシステム作りができたのに、この先、未利用資源をうまく使いこなしていけるのか心配です。付加価値をつけたマテリアル利用とエネルギー利用をうまく使い分けながら、カスケード利用できる仕組み作りが必要だと思っています。

吉田 ●制度が変わっても持続的に森林資源を使い続けられる仕組みであって欲しいですね。いま、未利用材でのバイオマス発電は1kWhあたり40円の買い取りでコストを下支えしているので、国産材(地域材)の利用が進んでうまく回ると思いますが、一方で大規模な発電所は、輸入燃料に頼るところもあります。特にペレットに関しては、国産が14万トンに対して輸入が300万トンを超える勢いなので、持続可能性を考慮しながらなるべ

く国産の原料を使っていくような発電にしていくなが必要があると思います。

横山 ●カナダとベトナムからの輸入が多いですね。「平炭化」で付加価値をあげることも、今後もっと増えると思います。そうした中、やはり国内資源の有効利用を進めることで林業を活性化し、国内の林家がもっと潤うようになって欲しいですね。

吉田 ●「平炭化」ということで言いますと、大手の石油会社で、E-F-B (アブラヤシ房から果実を取り除いた外側の部分) など東南アジアの未利用資源を平炭化して、それを石炭火力に使おうという動きも出てきてます。

横山 ●「平炭化」の技術は木材チップ以外でも使えるのですか？

吉田 ●リグノセルロース系(木質や草本)のものであれば基本的には使えます。産業用には、そうした火力発電燃料としての使い方が一方にあり、地域資源という立場からは、小規模な熱利用や娯楽用として使えたならと考えています。

横山 ●日本の森林資源の活性化は、確実にCO₂の削減につながるし、林家が潤えば、いろんな意味で波及効果は出てきますね。

吉田 ●燃料に薪を使っていた時代には、地元の人々は薪代を介して山の循環利用の手助けをしていたわけです。それが灯油に替わって中東などの海外に対価が流れてしまった。それがまた地域のバイオマス燃料に替われば、支払先が地域に戻っ

て、お金の循環にもつながります。少しずつでもそういう循環ができれば、それが呼び水になって、流れが大きくなっていくんじゃないかと思うのです。

長倉 ●地域の山が潤えば、手入れがされて防災の面でもいいですし、シカやイノシシなどの獣害抑止にもつながるかもしれませんね。

吉田 ●多面的な効果が期待できますね。

横山 ●ネックはやはりコストですね。電気自動車は、これからどんどん普及すると思いますし、すみ分けとしてバイオエタノールの利用が進めるといいと思います。ただ、やはり自給という面でなかなか太刀打ちが難しい。

アメリカのアルコールって、すごいんですよ。一面コーン畑で、栽培面積が日本の国土とほぼ同じですから。少数で大規模栽培し生産効率が非常に高いから安いんです。99パーセント純度のエタノールがリッター80円切るんだから。

長倉 ●国産、頑張らないと……。

横山 ●森林は、CO₂の吸収・貯蔵という面でも大きいですね。

植物は根から養分を吸って、光合成で大気中のCO₂を取り込んでからだを作るわけですね。もちろん、いずれは朽ち果てて土壌に還元され、一部は土壌中炭素になるわけですが、その土壌中の炭素の量は、どれくらいの蓄積になるのか、そうした研究はされているのでしょうか？

長倉 ●森林土壌は温室効果ガスであるC



吉田 貴紘 (よしだ たかひろ)

1972年岩手県生まれ。2000年東北大学大学院工学研究科修了。博士(工学)。NEDO研究員(石炭の高度利用)、産総研特別研究員(横山所長(当時)の下でバイオマスのガス化研究に従事)を経て、2003年森林総合研究所入所。2019年ドイツバイオマス研究センター客員研究員。現在、木材加工・特性研究領域木材乾燥研究室長。木質固体燃料の高性能化技術開発の他、国際標準化活動なども行っている。

CO₂の放出源でもあります。吸収源としてとても重要です。土壌の炭素蓄積量は、私の所属する研究領域で調べています。みんなで深さ1メートルまで土壌を掘ったり、林床の落葉落枝や倒木を集めたりして、森林土壌のどこにどのくらい炭素が貯まっているか測っています。

横山●その計測は、結構大変でしょうね。時間かかるんじゃないですか。

長倉●大変です(笑)。

横山●北方林では、1ヘクタールに土壌中炭素が何百トンと溜まっているそうです。ものすごい量ですよ。

それに対して熱帯林の方は、地上部はすごく鬱蒼(うつそう)としているけれど、土壌中炭素は少ないそうですね。

長倉●はい。土壌中の有機物が分解されると炭素を放出します。分解は温度の影響を強く受け、北方林では遅く熱帯林では早いです。

横山●バイオエタノールをコーンから作ると発酵に伴ってCO₂が出ます。植物由来だからカーボンニュートラルですが、それを地中に埋めてしまおうというのがCCS(CO₂回収貯留技術)の狙いです。あれは、CO₂削減に非常に大きい効果があると思います。もし、同時にコーンの残渣が土壌に蓄積されるなら、それがまたCO₂の削減にもなるわけですね。

吉田●そうすると1年生のコーンも土壌への蓄積が期待できますね。

横山●草本系と木質系のバイオマスを用

途によってうまく使い分けるといいと思います。液体燃料では車だとかやはりバイオエタノールです。それから食用油の廃油も使えるバイオディーゼル。木材からだ「FT合成」で液体燃料ができます。現状では、バイオエタノールの生産は、ブラジルとアメリカで世界の8割を占めていて年間1億キロリットルを超えています。それに対して木質系の「FT合成」はまだまだ少ない。当面は草本系から作る燃料が多くを占めるでしょう。将来は航空用燃料などは、木質系が増えると思います。

高田●国内でバイオマスエネルギーを利用しようというやはり、木質バイオマスになるのだと思いますが、草本系の可能性もあるでしょうか。

横山●国内でも、草本作物のスイートソルガム(多汁質で糖を多く含むイネ科作物)が試験的には栽培されています。

高田●収量が多いものであれば国内産の草本系も利用できると思われませんか？

横山●できるんじゃないですかね。ただまだ実験的にやっているわけで、本格的な話はこれからだと思います。

高田●国産のバイオエタノールも？

横山●おっしゃる通りで、やはり国産のバイオエタノールも視野に入れないといけないと思うんですね。たとえば耕作放棄地に多収米を植えるとか、スイートソルガムを植えるとか。

長倉●草本・木質の双方からエタノールが作れるようになると思いますね。

横山●木材でも未利用資源から作ったものが、普及すると本当にいいですね。

高田●日本には森林という立派な資源があるわけで、それをもっと上手に使わない手はないと思います。

横山●木からは衣服も作れるしね。

吉田●はい繊維も採れます。森林は衣食住を支えることができるんです。

木の持っている価値を高めるという意味では、魚や肉の加工に例えらるわりやすいかもしれません。赤身やサロインに相当する部分は製材品などとしてしっかりと使い、アラや残渣といいますが、加工後の残りの枝葉や樹皮を燃料や新素材などに形を変えて、余さず価値あるものにしていくのがベストですね。

横山●適材適所とカスケード利用ですね。これから、森林総研の研究者の方々に期待したいのは、総合的な森林資源の利活用の研究です。やはり森林の持つポテンシャルは、バイオマスの中でもいちばん大きいですから。材としての利用は当然ですが、さらには未利用材や残材、廃材、焼却灰まで含めて、それらを持続的循環的に利活用できる総合的なシステムの構築を目指していただけたなと思います。もちろんエネルギーとしても、熱利用もできる有機物なわけです。未利用資源が高付加価値の資産となり林業経営が健全化して、次世代の森林の育成へとつながるなら、それは素晴らしいことだと思います。



特集 ①

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

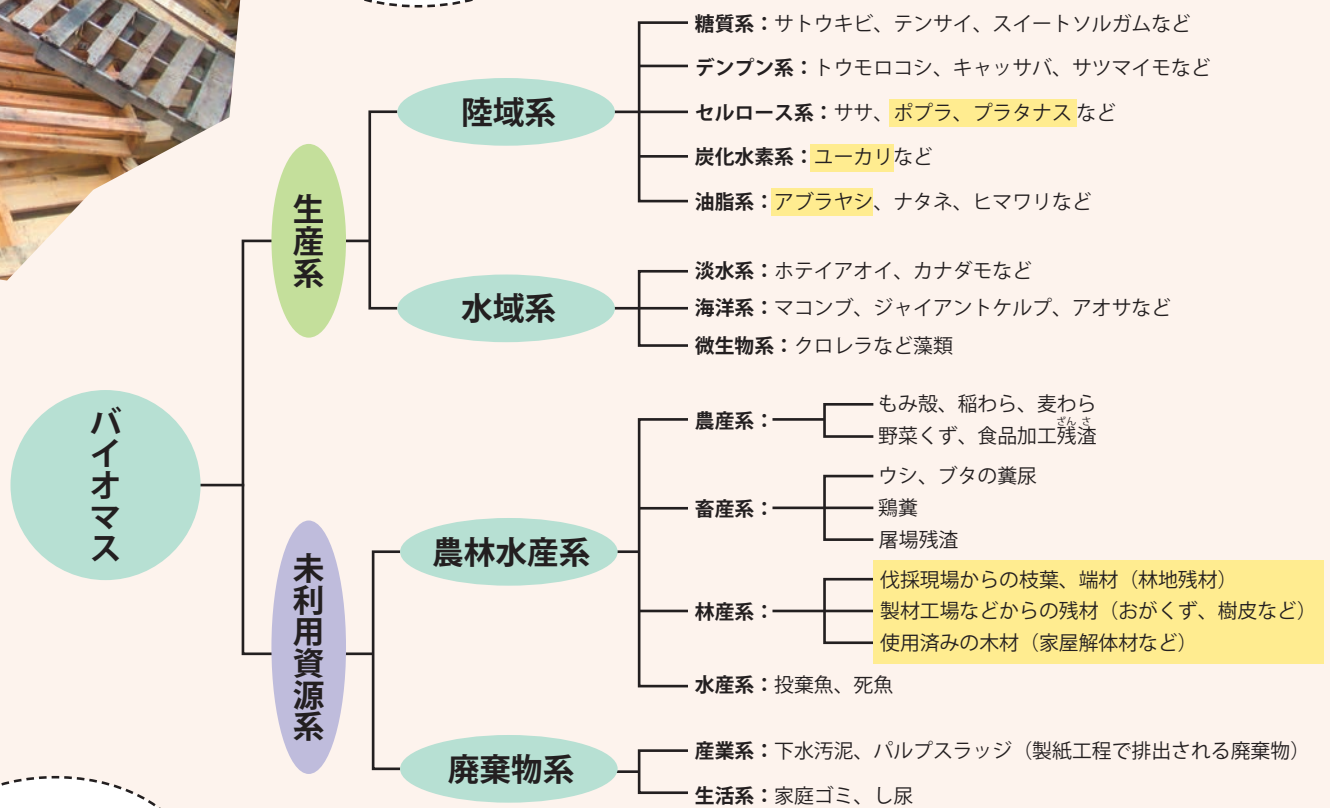
- ①チップ ②半炭化チップ
③一般的なペレット ④ハイパーペレット ⑤半炭化ペレット ⑥製材の残材 ⑦おが粉 ⑧資材廃棄物

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



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）

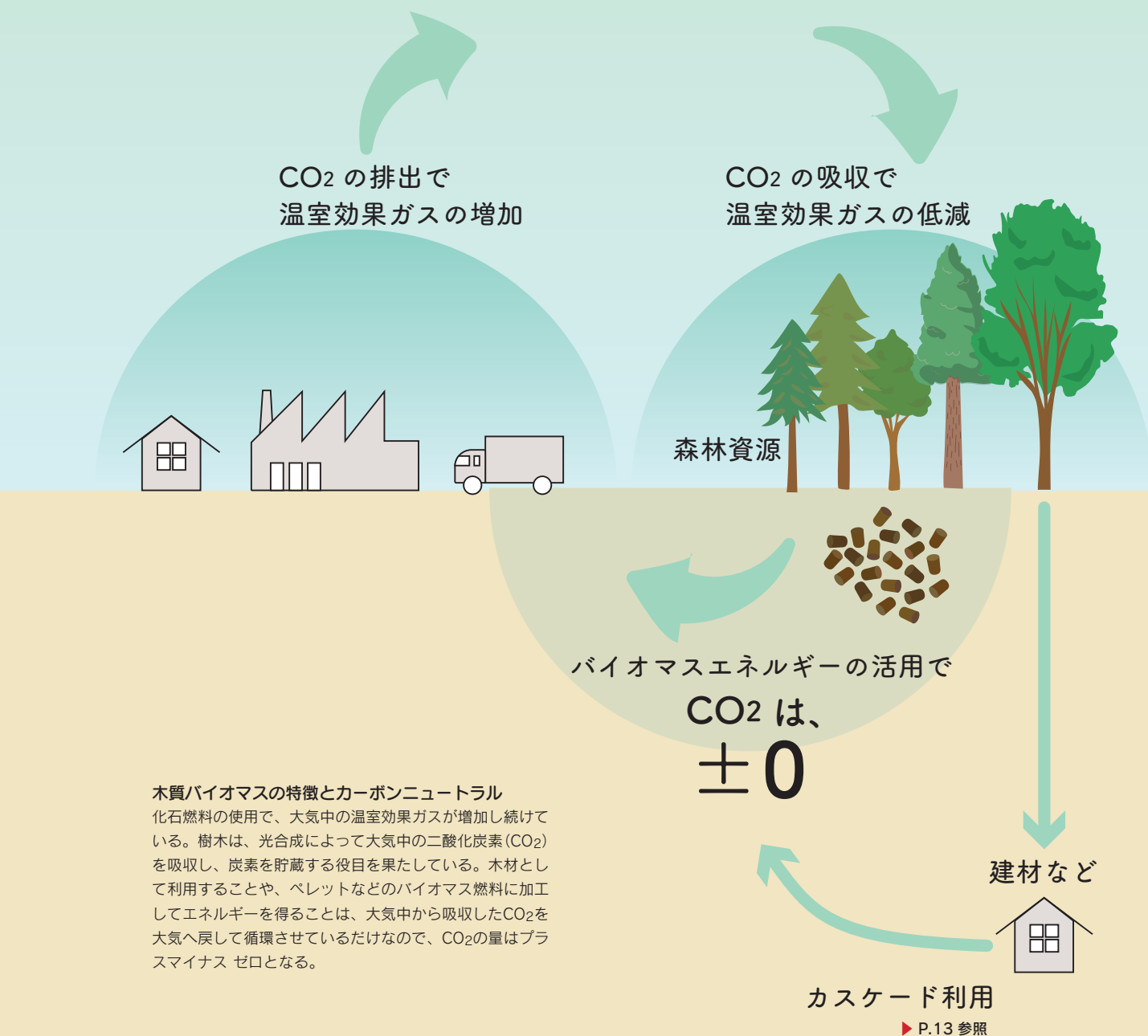


こうした中、改めて持続可能で環境負荷の少ないエネルギー源として注目されているのが「バイオマス」です。

「脱炭素化」とバイオマスの特徴

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。

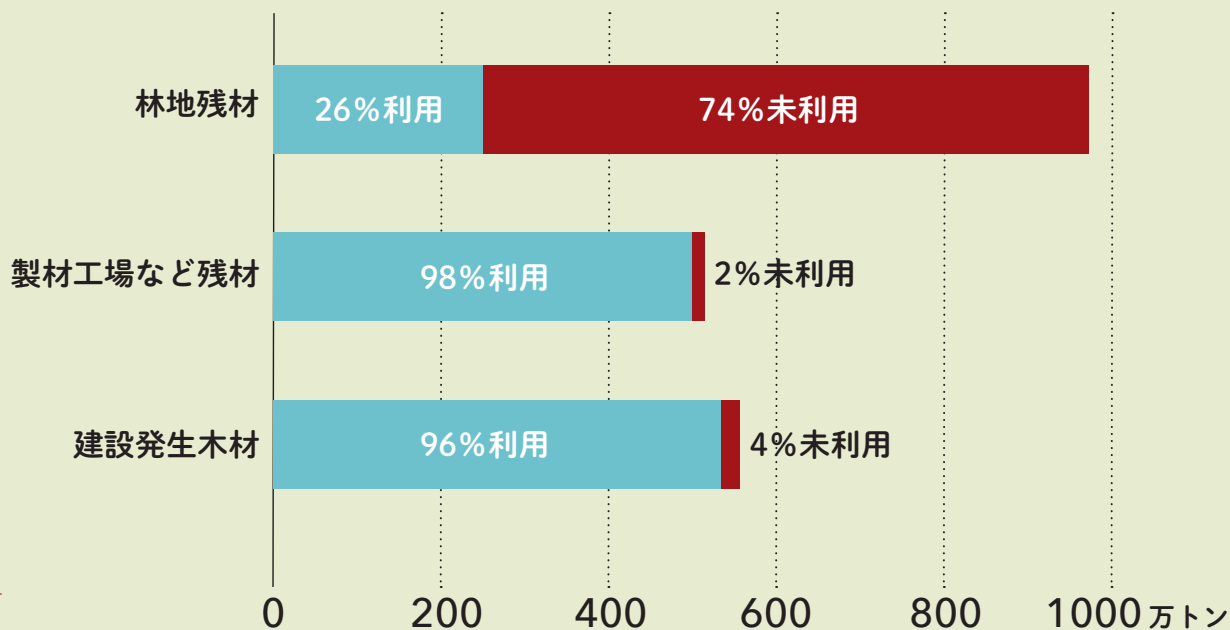
IPCCの報告を受けて、世界はいまカーボンニュートラル・脱炭素化への転換を図ろうと模索しています。カーボンニュートラルとは、地球温暖化の原因物質である温室効果ガスの排出と吸収量を均衡させることを言います。

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。

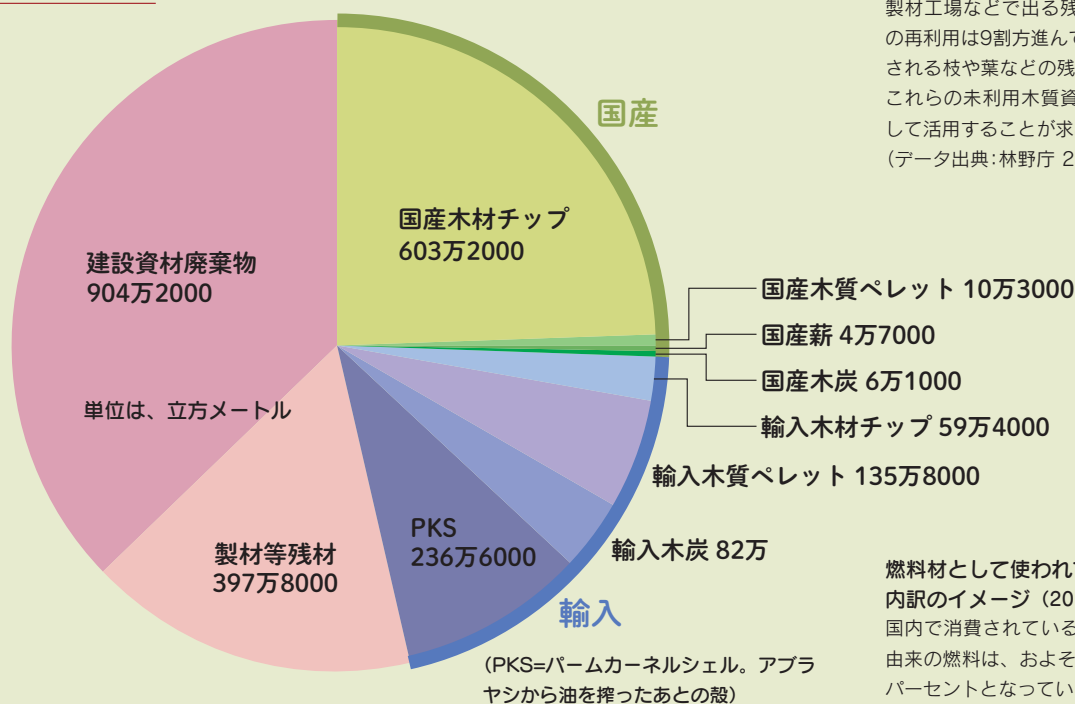
森林は、バイオマス資源の宝の山

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）
製材工場などから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)

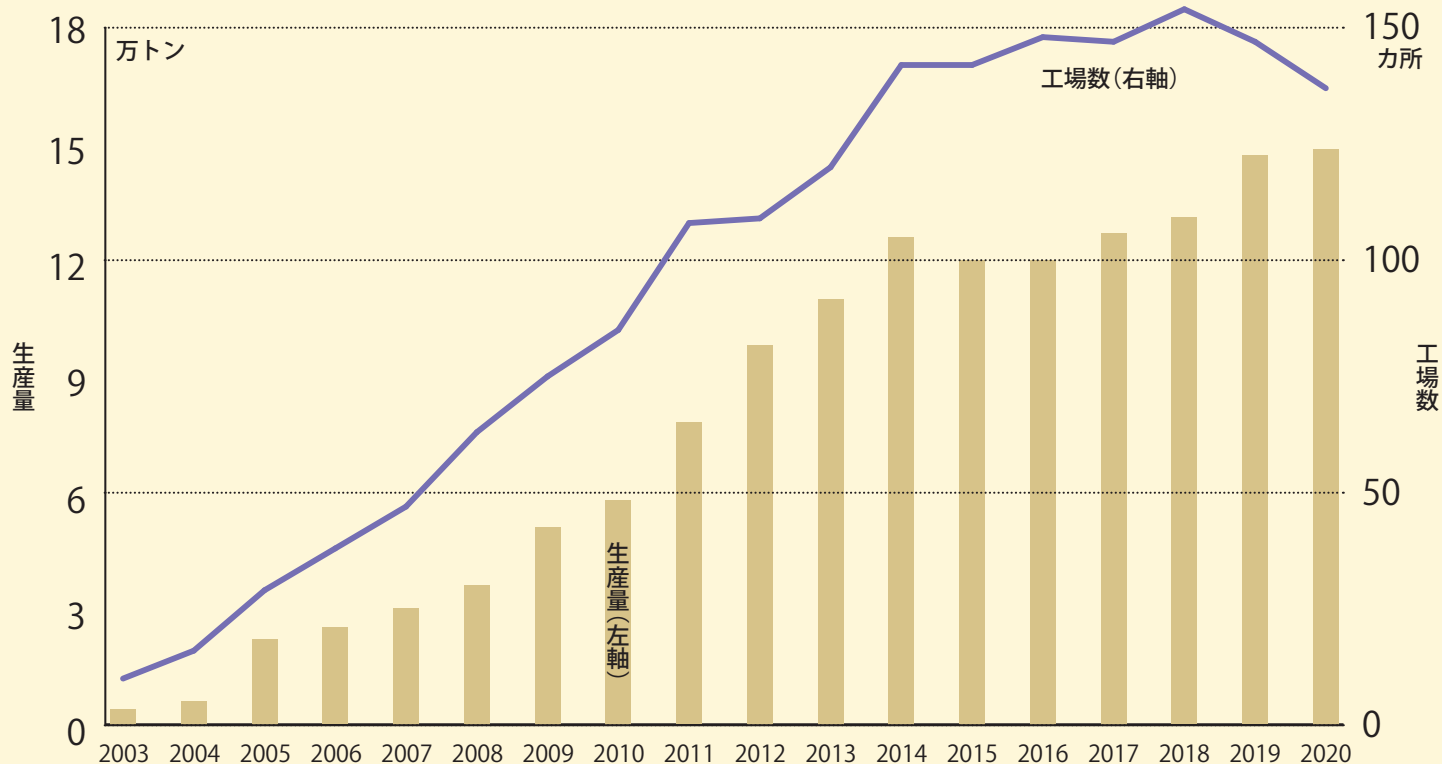
います。これを達成するためには、温室効果ガスの排出を少なくすると同時に、吸収源となる森林の整備や、木材の利用を促進することが大切です。

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、そ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砕して、圧力をかけて円筒状にしたもの。着火性がよく、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、燃料以外で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

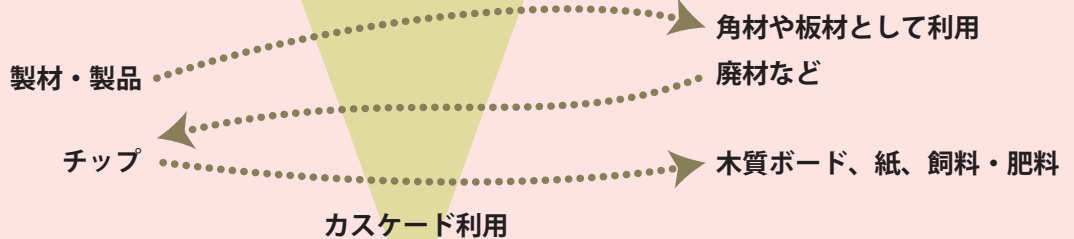
木質バイオマスの利用と技術開発

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。

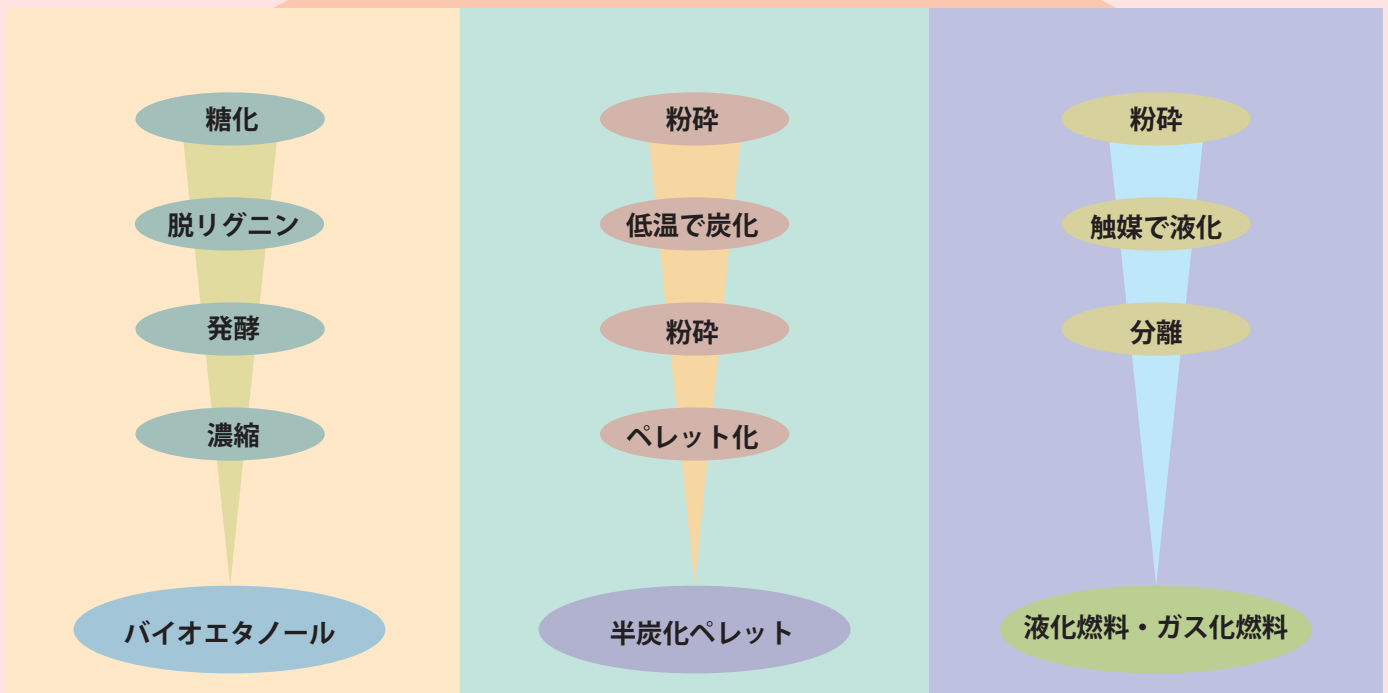
マテリアルとしての利用



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

ています。

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、資源が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。

早生樹ヤナギを用いた 木質バイオマス 生産技術の最前線

早生樹による木質バイオマス生産

地球温暖化対策のために、いま木質バイオマスを燃料とする発電所が増加しています。それに伴い、燃料材の供給を増やすことも求められています。

燃料材は、おもに製材時の端材や間伐材、建築廃材などが使われていますが、木質バイオマスの新たな供給源として注目されているのが、一般の樹木よりも成長が早く、短期間で収穫可能な早生樹です。

早生樹の利用は、海外ではすでに実用化されており、欧米ではヤナギやポプラ



写真1 ケーンハーベスタによるヤナギの収穫風景

を使った燃料材の生産が行われています。国内でも、早生樹による木質バイオマス生産の実用化を目指して研究開発が進められています。そうした研究のひとつとして、ヤナギを用いた木質バイオマスの生産技術を紹介しましょう。

ヤナギの生産方法

ヤナギは冷涼な環境で育つ樹木で、日本の主な林業樹種であるスギやヒノキよりも高い成長力を持つことが知られています。

ヤナギを用いて木質バイオマスを生産するための一般的な方法を図1に模式的に示しました。

除草、耕耘・整地した場所に、ヤナギの幹や枝を20cm程度に切った穂木を差し込んで植栽します。2～5年成長させ、幹を根元から伐採し、乾燥させ、チップなどに加工することで燃料材となります。

ヤナギは伐採しても根株から萌芽するため、伐採後2～5年程度で再び収穫することができま。植栽や萌芽再生、2～5年の生育と収穫を繰り返すことで木質バイオマスを早いサイクルで持続的に生産することができます。

成長の優れたヤナギの開発と適切な管理

より多くの木質バイオマスを生産するには、成長の優れたヤナギを用い、適切な

保育管理をすることが必要です。そこで、林木育種センター北海道育種場は北海道でオノエヤナギ、エゾノキヌヤナギの優良クローン選抜試験を行い図2、令和2年度に「木質バイオマス生産量の大きいヤナギ品種」として17品種を開発しました。森林総合研究所でも、茨城県内で成長の優れたヤナギ種の選定に向けた試験を開始しています。

一方で、成長の優れたヤナギでも、穂木を植えた直後は雑草との競争に負けてしまします。過去の試験栽培では雑草が繁茂し、ヤナギが全滅したこともありま。ヤナギ栽培では、雑草駆除が成功の第一条件です。北海道下川町の積雪が多く極寒の場所で行ったヤナギの栽培試験では、優良品種を使い、十分な雑草対策を施しました。ヤナギによる木質バイオマス生産には大変厳しい条件でしたが、欧米での生産目標である1年で1haあたり10全乾トン(註)以上生産できることを明らかにしました。

機械を使った効率的な収穫

北海道の下川町で、ケーンハーベスタ(サトウキビ収穫機を使った3年生のヤナギの収穫試験を行いました写真1。その結果、10全乾トン/ha/年成長した3年生ヤナギを効率よく収穫すれば1トンあたり0.4時間で収穫可能と試算されました図3。

研究者の横顔

回答：高橋正義

Q1. なぜ研究者に？

幼少の頃は自宅周辺にあった田んぼやミカン畑、里山で遊んでいました。そうした環境だったので、自然に森への興味が湧き、大学では林学を学びました。もっと森のことを知りたいと研究者を目指しました。

Q2. 影響を受けた本や人など

中学の頃、畑正憲さんのエッセイや先頃お亡くなりになったC・W・ニコルさんの著書をよく読んでいました。私が森や自然をお友達と感じるようになったのはこれらの著書の影響を受けたのかもしれません。

Q3. いまホットなマイテーマは？

ヤナギを使った木質バイオマス生産の実用化は、カーボンニュートラルを目指す地方自治体や脱炭素を目指す民間企業などから関心が高いです。社会に役立つ研究のひとつだと思います。私はUAV（無人航空機）を使った森林調査手法の開発にも取り組んでいます。ヤナギの管理を効率的に行うためにUAVを活用することも必要だと感じています。

Q4. 若い人へ

成功は失敗の先にあります。失敗したとしてもあきらめず、前を向いて追い続けることで成功がやってくると私は思っています。貪欲さを持って自らの目標を追い求めましょう。



高橋 正義

Takahashi Masayoshi

森林災害・被害研究拠点



原山 尚徳

Harayama Hisanori

植物生態研究領域



香山 雅純

Kayama Masazumi

植物生態研究領域

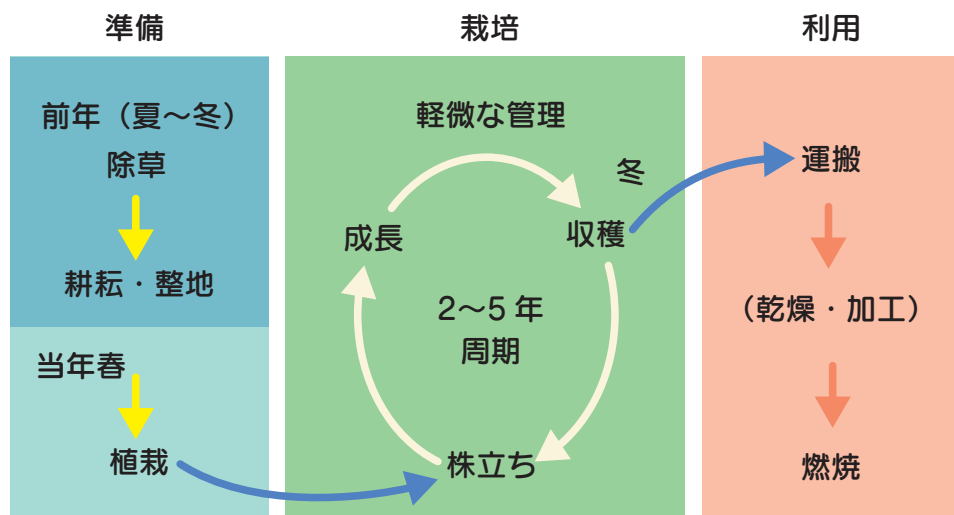


図1 一般的なヤナギの超短伐期生産体系

目標収量：10 全乾トン／年／ha。3年周期×7回収穫（成長量により2～5年周期に調整）。
出典：原山『北方林業』Vol.72, No.4 (2021)

▶ 註：全乾トン

全乾比重（含水率0%）に基づいて算出された実重量。

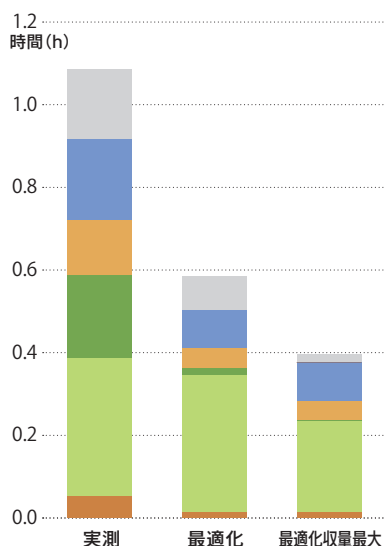


図3 収穫物1トン当たりの所要時間

走行 収穫 枕地旋回 後退走行
袋交換 その他

佐々木『北方林業』Vol.72, No.4 (2021) 一部改変

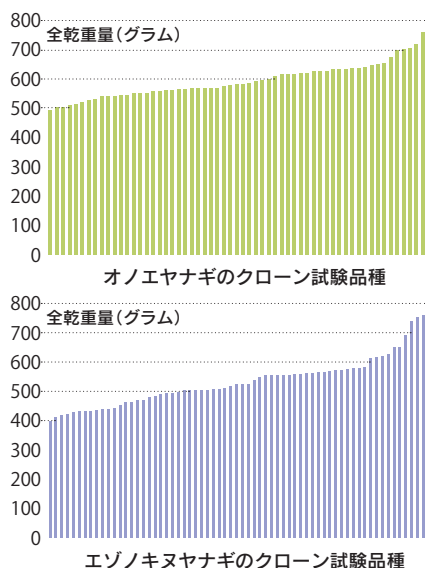


図2 クローン別の平均収量推定値

それぞれの試験結果から、より収量の高い優良クローン品種を選抜する。（下川町試験地）

矢野『北方林業』Vol.72, No.4 (2021) 一部改変

結論と今後の課題
以上のような研究開発から、日本国内でヤナギを用いた木質バイオマス生産は技術的には可能だと考えています。地球温暖化対策のために政府が目標として掲げる2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、ヤナギを燃料とした木質バイオマス発電や熱利用を実用化するには、成長の優れたヤナギの穂木を大量供給する技術や、ヤナギの生産効率を高める技術開発と実証を今後も進めていく必要があります。

木質バイオマスをを用いた 小規模エネルギー 利用の可能性

燃料材の需要増加に対応するために

用材生産の際に発生する未利用材や、用材の加工時に発生する工場残材のエネルギー利用は、地球温暖化防止に貢献するとともに、資源の乏しいわが国のエネルギー確保につながります。木質バイオマスを燃料とする発電施設は、2012年に再生可能エネルギーの固定価格買取制度が始まると各地で建設され、その認定出力合計は140万kWから450万kWへと大きく拡大しました。

これにより、未利用材供給は20万³mから890万³mへと急増しましたが、燃料材



写真1 燃料材（燃料用チップ）の一例

木質バイオマスエネルギー利用に主に用いられている燃料用チップ。

供給が足りなくなる地域も生じています。今後さらに燃料材需要は増える見通しで、その供給拡大が課題となっています。

採算性評価ツールの開発

木質バイオマス発電所の多くは出力1万kW前後であり、燃料材を大量に消費するため、平均的な集荷の範囲は100kmを超えていると報告されています。

今後、その範囲が拡大する可能性も高く、輸送に使う化石燃料が増えると、温暖化防止効果は低下してしまいます。また、そうした蒸気タービンを用いた施設の発電効率は、30%前後と低く、エネルギーの活用も十分ではありません。

そのため、近隣から燃料を確保することができ、高い熱効率を実現できるエネルギー利用が求められています。これらを両立する取り組みとして、チップボイラー等による熱供給や、小型ガス化熱電併給装置（以下、CHP: Combined Heat and Power）による電気と熱の供給が始まっていますが、その採算性は明らかではありませんでした。

そこで、北海道立総合研究機構林産試験場と共同で、熱供給事業に関する「バ



写真2 熱供給施設（チップ燃料サイロとボイラー建屋）

出典：もりもりバイオマス株式会社ウェブサイト

イオマスボイラー評価ツール」と電気と熱の供給事業に関する「ガス化CHP評価ツール」を開発し、無償配布を開始しました。このツールでは、設備導入コストや発電効率、原料の条件、熱の利用条件などをさまざまに変えることによって、各地域の原料・熱利用事情に合わせた、小規模木質バイオマスエネルギー事業を評価できます（図1）。

見えてきたさまざまな課題

ガス化CHP評価ツールを使って、チップを用いたガス化CHPを1台導入した場合の事業シミュレーションを行いました。その収益性は、あまり高くありませんでした（図2）。その要因として、熱の販売割合が低かった、稼働台数が少ない（売電量が小さい）、高い燃料価格と設備費用を前

研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

大学入学時には理系でしたが、森林の保全や適切な利用を実現するには、森林管理の現場で判断し行動している人々に影響を及ぼしている社会経済的な要因に関する研究が大事であると感じたので、文系に転じて林業経済研究者となりました。



久保山 裕史 Kuboyama Hirofumi

林業経営・政策研究領域

Q2. 影響を受けた本や人など

友人に誘われて山登りを始めて森林が好きになり、林学科に進学しました。学科で経済学や林業経済学を恩師達から学び、就職後に資源経済学を同僚から学ぶなどして今に至っています。

Q3. いまホットなマイテーマは？

もうかる林業の実現（伐出・流通、再造林コスト削減）の見通しは立ちつつありますが、個人の森林所有者が30年以上先を考えて再造林を実行するための条件解明が、今後の課題だと考えています。

Q4. 若い人へ

自分の強み(知識、手法、人脈等)を蓄えつつ、それに加えて新しいテーマや分野に関わると、世界が広がって楽しいと思います。

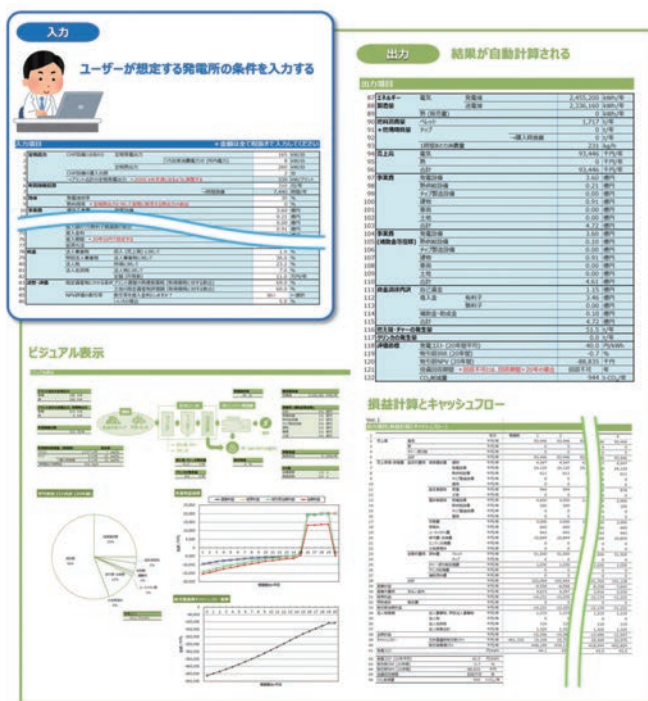


図1 採算性評価ツールの入出力画面の抜粋

評価結果はわかりやすく表示されるようになっている。また、変数を変えることによって詳細な検討も可能。くわしくは、左上QRコードよりプレスリリースをご覧ください。

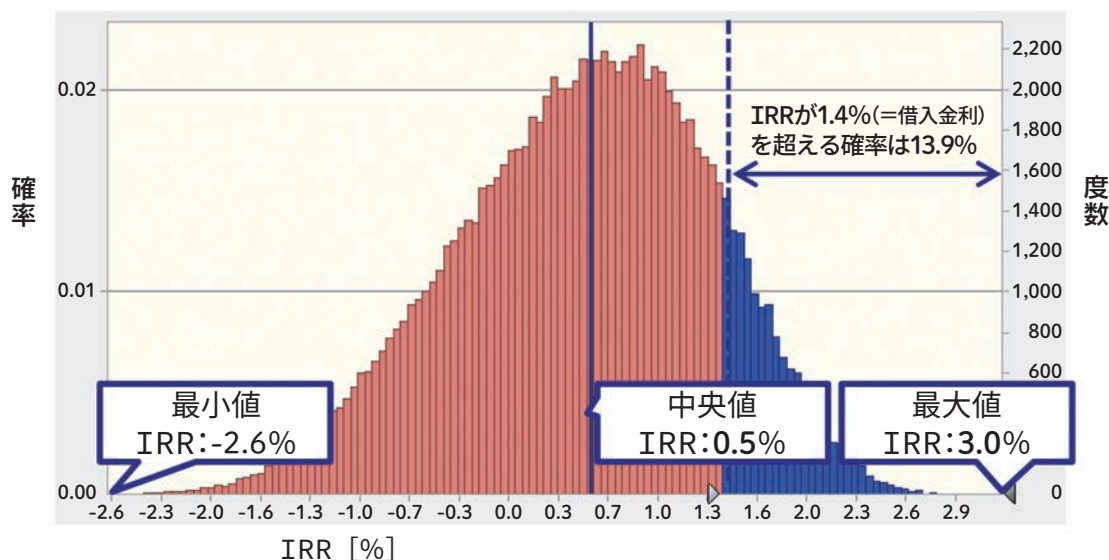


図2 チップを用いた小型ガス化 CHP の不確実性分析の結果の一例

経営に影響を与える熱の販売率や燃料単価、総事業費等の変数を確率的に変化させて内部収益率(IRR)を推計した結果。融資で設備導入をした場合、利益が見込まれる確率は13.9%となる。

IRR:内部収益率(投資の利益率)、前提条件:ガス化CHP1台導入の総事業費:8千円、乾燥チップ(含水率15%以下)購入価格:18,500円/t、送電出力:38kW、売電価格:40円/kWh、熱利用:50kW、設備利用率:89%

出典:柳田ほか『木材工業』Vol.76, No.5(2021)

こうした小規模利用が今後さらに拡大するためには、必要となる乾燥チップの低コスト供給体制の確立、小型ガス化CHPの発電効率の向上と多様な水分やサイズ、灰分の燃料への対応、導入費用削減、化石燃料利用施設のバイオマス転換促進政策の拡充などがあげられます。これらの課題解決に向けた研究に取り組んで参ります。

普及にあたっては、高い設備利用率および熱販売率の実現、複数台の導入、設備費用と燃料費の削減が重要です。



柳田 高志 Yanagida Takashi
木材加工・特性研究領域

近年、再生可能で、なおかつカーボンニュートラルという利点を持つ木質バイオマスを、電気などのエネルギーに変換・利用する再生可能電力に期待が高まっています。しかし、そこで最大の課題となっているのがコストです。

日本では、この再生可能電力のコスト問題に対して、電気を利用している利用者が賦課金という形で経済的に支える仕組み「固定価格買取制度」が2012年に導入されました。この制度を契機として、いま、木質バイオマス発電の導入が進んでいます。とはいえ、この制度を利用しても、木質バイオマス発電事業を成立させるのは簡単ではありません。

「燃料となる木質バイオマスをいくらかで調達できるのか?」「装置の年間稼働時間はどの程度確保できるのか?」「発電時に副生する熱も利用・販売して利益を増やしたらどうなるのか?」など、事業に関わる問題をひとつひとつ洗い出さ

■ 木質バイオマス発電は儲かるのか? ■

から細かく見ていくと、木質バイオマス発電事業が成り立つ条件がしだいに見えてきます。特に、小さな規模で発電事業をする場合は、利益を出せる条件は極めて限定的になります。

私たちはこれまで、木質バイオマス発電の事業採算性を評価できるツールを開発し(▼P.17参照)、2015年から無償公開してきました。2022年4月には小規模な木質バイオマス発電に対応したツールの配布も開始しました。

これから木質バイオマス発電を導入検討されている方にこのツールを使っただけ、導き出した「事業が成り立つ条件」と、その「事業を担保できる体制づくり」について考えていただけると幸いです。

(2016年11月18日開催講座の内容に加筆)



令和4年度 森林講座のお知らせ

多摩森林科学園での実開催とYouTube「森林総研チャンネル」での動画公開を予定しております。動画公開分は遠方の方でもご覧になれますのでお楽しみに!

実開催

- 10月13日(木曜日)
「アロマでいっぱい森の土」
森下 智陽(東北支所)
- 11月11日(金曜日)
「生物のいないところにいる生物
—西之島の大規模噴火後の変化—」
川上 和人(野生動物研究領域)
- 12月2日(金曜日)
「捕まったクマはどんなクマ?
クマの体から分かること」
中下 留美子(野生動物研究領域)

動画公開

- 8月公開
「土砂災害を引き起こす
雨の降り方に隠された共通点」
経隆 悠(森林防災研究領域)
- 1月公開
「乾燥に強いスギをみきわめる」
高島 有哉(林木育種センター関西育種場)
- 2月公開
「未利用の森林資源は
見方によっては宝の山!!」
松井 直之(森林資源化学研究領域)

会場●多摩森林科学園 森の科学館
時間●13時15分～15時

お申込の受付は各講座開催日の前月の1日から。受付は先着順で、講座開催日の1週間前が締切となります。ご希望の講座名・郵便番号・住所・氏名・電話番号・参加希望者数をご記入の上、往復はがき、または電子メールでお申し込みください。お申込1通に対し、1講座3名までの受付とさせていただきます。

なお、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の状況によっては、講座を中止する場合があります。最新情報はホームページをご確認ください。

◆お問い合わせ

〒193-0843 東京都八王子市廿里町1833-81
多摩森林科学園
電話番号:042-661-1121
HP: <https://www.ffpri.affrc.go.jp/tmk/index.html>
E-mail: shinrinkouza@ffpri.affrc.go.jp



▲森林講座申込み

▼YouTube「森林総研チャンネル」

<https://www.youtube.com/c/FFPRIchannel>

公開講演会のお知らせ

今年度の公開講演会は感染対策を行った上で、3年ぶりに現地での開催を予定しています。ぜひ現地にお越しいただきたいと考えていますが、ご都合で来られない方のためにオンライン配信も予定しています。

参加には事前登録が必要となりますので、森林総合研究所のウェブサイトからお申込みください。

▼2022年度 森林総合研究所公開講演会

「ネットゼロエミッション達成のための森林の役割」

日時：2022年10月5日（水）

13時～16時40分

会場：一橋大学一橋講堂（東京都千代田区一ツ橋2-1-2 学術総合センター2階）

★オンライン配信も予定しています。
事前登録制・参加費無料

近年、気候変動の影響によるさまざまな災害が多発しており、すでにわたしたちを取り巻く社会、そして世界は逆戻りできない気候変動への挑戦のステージを迎えています。このような気候変動の影響を緩和するため、わが国は、国際社会と協調して、2050年に向けてカーボンニュートラル・脱炭素社会の実現を目指していきます。

森林、木材は大気中の二酸化炭素を吸収し、固定するという重要な役割を果たします。この役割をじゅう

ぶんに発揮させるためには、森林の循環利用が欠かせません。本講演会では、ゼロエミッションの達成のために森林はどのような役割を担えるのか、最新の研究を中心にご紹介します。

●招待講演

「カーボンニュートラルに向けて森林・林業・木材産業は何ができるか？」
松本 光朗（近畿大学農学部教授）

●一般講演

「ここまですでに林業の機械化と効率化」
壁谷 大介（植物生態研究領域チーム長）

「エリートツリーの開発・普及と森林吸収源」
栗田 学（林木育種センター育種部育種第一課課長）

「建築構造、建築空間での木材、木質材料の利用に向けて」
平松 靖（複合材料研究領域領域長）

「木質バイオマスエネルギーの現状とコストについて」
柳田 高志（木材加工・特性研究領域チーム長）

●ポスター発表

●パネルディスカッション
「2050年ネットゼロエミッション達成のために何が必要か？」

森林総合研究所プレスリリース

ホームページに掲載したプレスリリースをご紹介します。詳しくお知らせになりたい方は、下記案内より当所ホームページをご覧ください。

●2022年8月4日掲載

木材中の放射性セシウム（セシウム137）濃度、増加の頭打ちあるいは減少への転換を確認——原発事故後10年間の観測と解析

森林総合研究所は、福島原発事故で汚染された樹木の木材・樹皮中の放射性セシウム（セシウム137以下Cs137）濃度を事故後1年目から現地調査でモニタリングし、時系列解析によつて事故後10年間の変化を明らかにしました。

木材中のCs137濃度は事故後数年間では一部の森林で増加傾向にありましたが、その後多くの森林で増加が頭打ちあるいは減少に転じたことがわかりました。一方、樹皮中のCs137濃度は全体的に減少傾向にありましたが、土壌からのCs137の吸収量が多いと考えられた森林では、濃度の減少率が低い傾向にありました。

多くの森林で樹木による土壌からのCs137の吸収と落葉・落枝による排出が次第に釣り合ってきたと考えられ、今後予測精度の向上や吸収特性の解明が進むと期待されます。ただし、土壌からのCs137の吸収が多い森林では木材・樹皮中のCs137濃度が高止まりする可能性があり、引き続き動向を注視し、吸収の多寡を決める要因を明らかにすることが重要です。

【バックナンバー】

▶既刊号は、サイトにてPDFでお読みいただけます。
QRコードまたは、アドレスにてアクセスください。



<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/kikan/index.html>

【公式SNSアカウント開設】



<https://www.facebook.com/ffpri.jp/>



https://twitter.com/FFPRI_JP



▼持続可能な開発目標 (SDGs)

森林総合研究所は、森林・林業・木材産業等の幅広い研究を通して、国連の持続可能な開発目標 (SDGs) の達成に積極的に貢献しています。
該当する目標と記事のページ数は、下記の通りです。



P.3, 8, 14, 16, 18



P.16, 18



P.3, 8, 14, 16, 18



P.3, 8, 14, 16, 18, 20



プレスリリース等の最新情報はこちらから→

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/index-r.html>



お問い合わせ

森林総合研究所
企画部 広報普及科 広報係
TEL 029-829-8372
Email kouho@ffpri.affrc.go.jp

発熱する植物 ザゼンソウ



ザゼンソウ

文と写真◎岡野 通明

Okano Michiaki

新素材研究拠点

ザゼンソウ（座禪草）をご存知でしょうか。日本では北海道から中部地方の山間の湿地や、冷涼な谷地などに生息するサトイモ科の多年草です。初夏の湿原を彩るミズバショウと形状がよく似ていますが、ミズバショウほどの華やかさはありません。

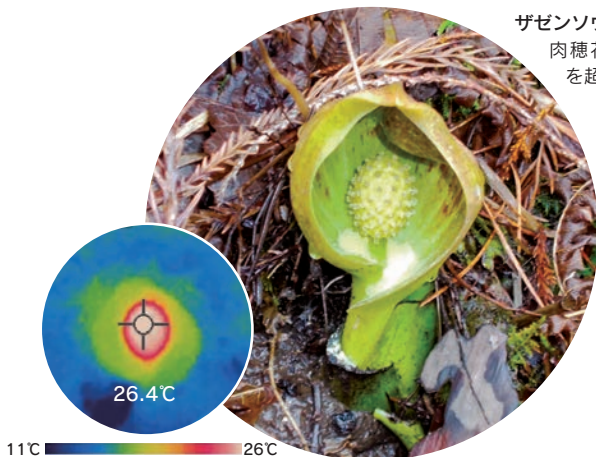
葉が開く前の1月から5月頃にかけて開花します。暗紅色や緑色をした大きな花弁のように見える部分は「仏炎苞」と呼ばれ、中に小さな花の集まりである肉穂花序を包んでいます。その姿が、まるで光背を背に座禅を組むお坊さんや達磨さんみたいことから、ザゼンソウ、ダルマソウと呼ばれます。

童話「エルマーのぼうけん」（ルース・スタイルス・ガネット著）には、スカンクキャベツという植物を食べる「りゅう（ドラゴン）」が登場します。じつは、この風変わりな英名の植物は、開花のときに昆虫をおびき寄せるために匂いを出すザゼンソウのことです。さらにザゼンソウには、とても珍しい特徴があります。それは発熱すること。長野県下にあるザゼンソウの群落を、物体から放射される赤外線を使って温度を推定できる熱画像装置を使って観測してみました。

すると、開花してからあまり時間が経っていないと思われる株の肉穂花序は26℃を越えていました。周辺の環境温度は10℃ほどで、谷地は既に陽が陰っていたことから太陽光に温められたわけではありません。熱画像装置で谷地を観ると、まるでそこかしこに暖かな灯をともした行灯が並んでいるようです。中には、2株のザゼンソウが身を寄せ合うように谷地の寒さに耐える姿もありました。ザゼンソウの花言葉は「沈黙の愛」「ひっそりと待つ」だそうです。♣

ザゼンソウの温度分布

肉穂花序の温度は26℃を越えている。



寄り添う2株のザゼンソウ

肉穂花序の温度は周辺の環境温度11～12℃より高く、17℃もある。

