

省資源と環境負荷の低減を実現する  
再生可能エネルギー技術の動向を発信中！

低炭素型  
まちづくり

森 林 全  
保 全

太陽光  
発電

小水力  
発電

バイオマス  
発電

風 力  
発電

グリーン  
プロパティ

2015.1.28号



## 木質バイオマスは山村再編の鍵

筑波大学名誉教授  
熊崎 実先生

インタビュアー：(株)インフラ・イノベーション研究所  
澤田 直美

バイオマスの中でも、木質バイオマスは日本国内に豊富に存在するとして注目を集めています。特に約 2,000 万<sup>m</sup> (平成 21 年度 林野庁推計) にのぼる未利用間伐材の活用スキームの構築が課題となっています。今回は木質バイオマスの専門家である熊崎先生に、木質バイオマス活用の将来性などについて伺いました。

### 木質燃料の伝統を捨てた日本、守った欧州

——日本における木質バイオマス利用の変遷について教えてください。

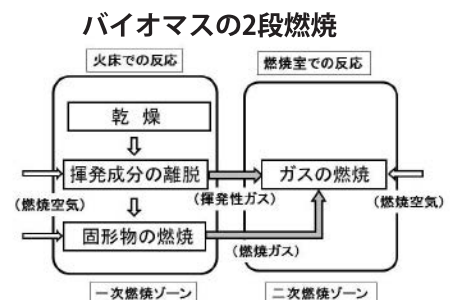
熊崎 日本は伝統的に木質燃料に依存しており、石油が普及してからも、1960～70年代までは薪炭などの伝統燃料に頼っていました。しかし、その後は徹底して化石燃料の利用に切り替わります。山村地域でも扱いやすく、廉価な石油やプロパンガスが入り込み、あっという間に木質燃料を駆逐してしまいました。

日本と同様、非産油国のスウェーデン、オーストリアも、伝統的に木質燃料を利用してきた国です。しかし1990年前後には「今後は石油だけに依存できない」とし、木質エネルギーの活用を推進します。しかも石油やプロパンガス並の利便性、経済性を持った木質エネルギーの利活用を追求しました。そのためオーストリアなどの燃焼機器の性能がどんどん向上することになります。

ちなみに、一昔前のストーブやボイラーのエネルギー変換率は木質燃料の2割程度でしたが、最新のものは80～90%で、十分化石燃料に対抗できます。2段燃焼方式を採用し、従

来は、エネルギー転換できなかった木材含有の揮発性ガスも燃やせます。

その後の石油価格の高騰も化石燃料との競合を後押ししました。石油1バレル(159リットル)に含まれるエネルギーは、7ギガジュールと言われます。これは1<sup>m</sup>の木材が持つエネルギーと同様です。第一次石油ショック以前、1バレル3ドル以下、当時の円ドルレートでは約900円で購入出来ました。現在は1バレル100ドルですから、約1万円になっています。(※2014年7月当時) 言い換えるなら、どんなに曲がった、建材としては低価値の木材でも1<sup>m</sup>で1万円の値段がつくことになります。現在、杉丸太は1本1万1,000～2,000円程度、石油とはさほど値段に差がないのです。このように、燃焼機器のエネルギー変換効率の向上とあいまってヨーロッパでは木質燃料の復権が始まったということです。



## 全エネルギーの20%を木質に依存

——どの程度利用されているのですか？

**熊崎** フィンランド、スウェーデンでは第一次エネルギー（自然に存在する加工前のエネルギー）の20%、オーストリアでは15%を木質が占めています。スウェーデンでは石油以上に利用されています。これらの国々は人口が少なく国土が広いため、木質で20%を賄うことも可能ですが、森林率では半分以下、人口の多いドイツでも4~5%を占めています。

一方、日本はパルプ工場から出る黒液のエネルギー転換、ゴミによる発電など、1%未満の利用にとどまり、ヨーロッパに見られる木質バイオマスの利用はほとんどありません。廉価な化石燃料が木質燃料を駆逐した結果、ボイラーやストーブの開発が遅れ、ヨーロッパから機器を持ちこまないペレット等の木質燃料は利用できないのが現状です。

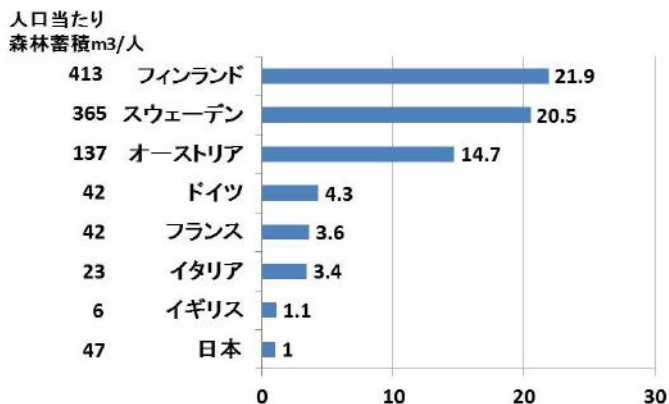
——ヨーロッパにおける利用状況は？

**熊崎** 山間地では薪が、都会ではスペースを取らず輸送しやすいペレットが使われています。中山間地の集落ではボイラーを一台置き、木質を利用した地域熱供給を行っています。オーストリアでは約4割がこうした方法で暖を取っています。

一方、発電の場合、高温高压の蒸気を作る大規模なボイラーでなければ、エネルギー変換効率は低くなります。木質バイオマスの場合、5,000~1万kWの発電で、2~2.5割程度のエネルギー変換にとどまります。従って、売電だけでなく電気+排熱利用による経営が一般的になっています。

なお、小規模発電で、なおかつ排熱を利用するシステムは、日本国内にはまだ導入されていません。

木質エネルギーのTPES比 (%) 2011年



注) TPES: 一次エネルギー総供給

出所) UNECE/FAO, Joint Wood Energy Enquiry 2011。ただし日本はIEAエネルギー統計の固形バイオマスのTPES比。

## 補助金依存による国際競争力の低下

——なぜ、日本の木質バイオマス利用は停滞したのでしょうか？

**熊崎** 日本の高度経済成長モデルがあまりに成功しすぎたことと関係があります。高度経済成長期、日本は海外から安く原料を仕入れ、効率よく生産・加工し、利益を出してきました。一方、安い外材や海外産食品の輸入によって競争力を失った林業や農業には、補助金を出し続けました。その結果、林業も農業も補助金なしには立ちいかなくなったのです。

ドイツも過去、安い外材の輸入で苦しみました。経営を合理化し、山に道を付けて管理し、国際価格に合わせるべくコスト削減努力を重ねた結果、今やビジネスとしてしっかり回っています。

ヨーロッパのペレット産業も規模を拡大し、価格を下げて競争力を出そうと努力しています。しかし日本では、ペレットを作る際に補助金を出し、使う人々にも補助金を出します。これでは市場で売れるペレットはできないのです。

——補助金がいけないのではなく、使い方ですね。

**熊崎** 日本では、森林吸収源対策として間伐による森林整備を行っています。1ヘクタール単位で補助金が出されているのですが、切り倒すことが目的となり、間伐材は切ったまま未利用です。経済循環の中に間伐材を入れなければ意味がありません。

北欧や中欧では1990年頃には大型トラックが入れる基本路網が整備されました。ウィンチで500m下から大木を引っ張り上げることも可能な道路です。日本でも補助金を出すのではなく、山に道を付け、搬出費用の削減に取り組むべきなのです。



搬出手段がなく林内に放置された未利用木材



山村の再編、エネルギー自立の核として

——今からでも林業改革をやるべきなのでしょうか？

熊崎 まだ間に合います。日本の山には今、木質の膨大なストックがあります。搬出用の道を付け、資源として上手に回せばよいのです。

近年、工場の海外進出などで工場誘致が困難になり、山村では人口減少と荒廃が深刻化しています。そこでコミュニティの維持のため、山村の再編・集約化が叫ばれています。

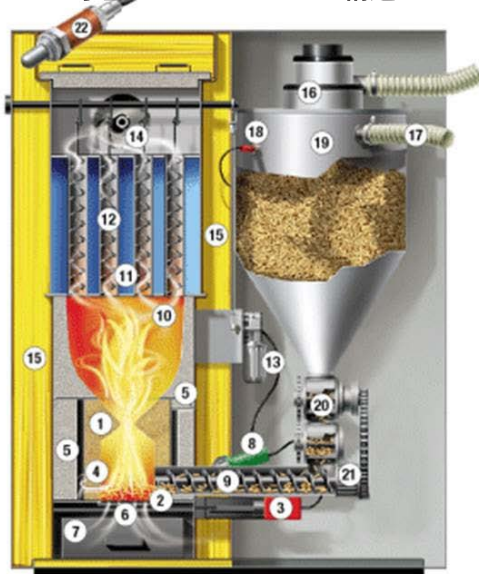
対策としては働き口を作ることはもちろん、エネルギーの自立が重要です。例えば、ハウス園芸にしても高い重油を買うのではなく自立することが重要です。

北海道下川町一の橋地区はその一例です。同地区はかつて2,000名の人口を抱える林業の街でしたが、現在は人口約140名、高齢化率50%超となり、雪下ろしも満足にできない状況でした。そこでチップボイラーによるエネルギー自給型の集住化エリアを設置、周囲に商店や病院機能を設け、お年寄りを集めました。こうして集落機能を再編したところ、今では若い人々も移住するようになってきました。

——木質バイオマスの普及は遅れていますね。

熊崎 潜在的な力がまだ世間に理解されていないのです。例えば太陽光だけで1%のエネルギー自給率を達成するには膨大な数の発電所が必要です。しかし木質バイオマスであれば、東京や大阪などの大都市圏は無理でも、中山間地のエネルギーの自立・自衛が可能です。

小型ペレットボイラーの構造



出典：www/hargassner.at

- ① 燃焼室 ② 可動火格子 ③ 火格子駆動モーター ④ 二次空気 ⑤ 断熱板 ⑥ 一次空気 ⑦ 灰箱 ⑧ 自動点火装置 ⑨ スクリューコンベア ⑩ サーキュレーション・ゾーン ⑪ ボイラー熱交換器 ⑫ タービュレーター ⑬ 自動清掃装置 ⑭ 換気扇 ⑮ カバーの断熱 ⑯ パキュウム・システム ⑰ 燃料計測器 ⑱ サイクロンホッパー ⑳ ローターバルブ ㉑ モーターユニット ㉒ ラムダーセンサ

大型バイオマス発電は燃料の確保が課題

——固定価格買取制度(以下FIT)の導入によって、どんな変化がありましたか？

熊崎 愛知県で6万kWの発電所が計画されているように、大型発電所建設の追い風になっています。これは、未利用木材32円/kWh(税抜)が世界的に見ても極めて高い水準だからです。

しかしこれは諸刃の剣です。仮に5,000kWの発電所を維持するには、毎年6万t、1万kWだと10万tもの木質燃料が必要です。バイオマスは風力や太陽光と違い、コストの大部分が燃料であり、燃料の確保が厳しくなれば発電コストは上がります。さらに、FITで価格が固定されていると値上げもできないのです。実際にドイツでは、FITがスタートしてからコストが2倍になり、発電だけでなく排熱の供給などを試み、燃料コストを吸収しようとしています。

このように大型の発電に関しては、例えばパームカーネルシェル(PKS: Palm Kernel Shell)と呼ばれるパームオイルの搾りかすなど、できるだけ安い木質燃料を使うシステムを考える必要があります。

今後は、こうした大型の発電所と、地域としてエネルギーの自立を図るべく、地域で発生する各種燃料を使った小型の木質バイオマスの2つの方式に分化すると思います。

バイオマス発電のコストと買取価格 円/kWh

IEA推計 発電コスト 発電専用 出力規模のみで区分	日本 買取価格 発電専用 燃料種類のみで区分	ドイツ 買取価格 熱電併給が前提 出力、燃料、熱利用に配慮
電気出力 価格	燃料区分 価格	電気出力 価格
・～10MW 18～36	・未利用木材 32	・～150kW 基本 17.2 割増 7.2 合計 24.4
・10～50MW 15～25	・一般木材 24	・150～500kW 基本 14.8 割増 7.2 合計 22.0
・50～100MW 9～22	・リサイクル木材 13	・0.5～5MW 基本 13.2 割増 3.0 合計 16.2
・石炭火力(混焼) 6～13	・混焼 一般木材 24 未利用材 32	・5～20MW 基本 7.2 割増 0 合計 7.2
		・発電専用、混焼、20MW以上のプラントは対象外

注) IEAロードマップの数値はこのシリーズの「木質エネルギーの市場競争力～熱供給と発電」(9月17日)の表3から引用。  
ドイツの買取価格はユーロセントを1ユーロ=120円で円に換算した。  
ドイツの割増は林地残材やパーク等を使用した場合の「ボーナス」である。



2MW以下の小出力でも、比較的高い発電効率を得られる最新式ORC(Organic Rankine Cycle)発電のタービン部。高分子有機媒体を蒸発させ、タービンを回転させる。

**マテリアル産業との競合を回避する**

——日本のバイオマス発電におけるFITは、材料ごとに価格を決めましたが、先進国ではどうなっているのですか？

熊崎 だいぶ変わってきています。例えば、ドイツでは5,000kW以上の大規模発電の買い取り価格が引き下げられました。製材やパルプなどの木質のマテリアル利用産業との競合が激化したため、大規模発電の買取価格を引き下げることが高価な材料を燃料として使えないようにしたのです。大規模発電の設備には除塵装置を備えており、環境汚染物質を含んだ価格の安い材料でも活用できるのです。

このようにFITが低すぎると発電量が増加せず、高過ぎるとよい素材まで燃料にされますから、コストだけでなく他の産業との競合も考慮して決める必要があります。また、ドイツでは小規模発電のFITを高価格にし、育成を推進しています。

**地域の雇用やエネルギー自立に活用すべき**

——日本ではどのようなスタイルが適していますか？

熊崎 日本にはそれぞれの地域に合わせ、竹林や雑木山を使った地域におけるエネルギー転換が向いています。これだとマテリアル産業と競合しないので買取価格を高くしても問題は起きません。

また、日本の中山間地での発電事業は、地域にある木質バイオマスを使い、雇用の創成など地域の支援になるか、地域の自然を守れるか等の視点から価格を設定する必要があります。つまり雇用増、エネルギー自立のためのバイオマスの使い方をデザインすることが大事なのです。

今、木質バイオマスは、エネルギー価格としては石油と競合できるようになりました。例えば、自然に生えてきた雑木を活用したエネルギー転換による経営が可能です。搬出路さえ整備されていれば、製材業のように植えたり手入れをしたり、



インタビュアー 澤田直美

製材の必要もありません。手間がかからないのです。従来の製材による林業経営ではなく、もう一回新たな目で山の使い方を見なおすべき時期に来ていると思います。

——バイオマスは林業経営や山村の再生の切り口になるということですね。

熊崎 森林は私たちに残された非常に大きな資源です。日本人は、江戸時代中期から乱伐規制を行うなど、管理を行ってきた結果、これだけの人口がありながら広大な森林を維持できたのです。今後も、上手に活用していく必要があります。

——貴重なお話をありがとうございました。(2014年7月取材)



木質ペレットボイラーの例(岩手県葛巻町)

**【熊崎実先生プロフィール】**

筑波大学名誉教授。1935年、岐阜県生まれ。農林省林業試験場(現・森林総合研究所)林業経営部長、筑波大学農林学系教授、岐阜県立森林文化アカデミー学長などを歴任。現在、日本木質ペレット協会会長、木質バイオマスエネルギー利用推進協議会会長。農学博士。専門は森林経営論、国際森林資源論。

**著書**

『林業経営読本』(日本林業調査会)

『森と人の歩み』(文研出版)

『木質バイオマス発電への期待』(全国林業改良普及協会)

**訳書**

『森と人間の歴史』『世界の森林資源』『イギリス人の見た日本林業の将来』『日本人はどのように森をつくってきたのか』『樹木学』(以上築地書館)

『生命の樹:熱帯雨林と人類の選択』(岩波書店)など多数。