

第2回

## 「地域熱供給における森林バイオマス利用とオーストリアの取り組み」

**三浦秀一**

東北芸術工科大学 准教授

### はじめに

森林バイオマスの先進国であるスウェーデンでは、既存の地域熱供給プラントの熱源を木質燃料にリプレースすることが戦略的に行なわれ、その成果もあってバイオマスのエネルギー需要全体に占める割合が32%にまで伸びてきた。これはエネルギー源をその時代に適したものに変えながら全体のシステムを維持していくことのできる、地域熱供給施設のインフラストラクチャーとして持つ可能性を表すものである。その一方、森林資源は都市的地域よりも、地方の農山村地域に多くある。日本ではこうした地域の熱負荷密度が低く、地域熱供給には向かないと考えられてきた。また、スウェーデンはなだらかで広大な森林を持ち、人口1人あたりの森林面積が日本の10倍以上ある。こうしたことから、スウェーデンのようなバイオマス利用は日本ではまねができないと言われる。では、日本のような国で森林バイオマスの

地域熱供給はどのように考えればよいのか。そのヒントを与えてくれるのがオーストリアである。オーストリアはスウェーデンやフィンランドに次いで森林バイオマスを使用するウエイトの高い国であり、その地域熱供給も普及している。最初に、森林バイオマスエネルギーの特徴と地域熱供給における適性を検証しながら、オーストリアのバイオマス利用と地域熱供給について紹介する。

### 森林バイオマスの熱利用

地域熱供給に森林バイオマスを使う直接燃焼による利用は古くからある技術ではあるが、欧洲では技術革新が重ねられ、燃焼効率は90%を越えるようになり、排ガスの浄化対策も大きく進んでいる。こうして、木質エネルギーの直接燃焼利用は最も現実的な再生可能エネルギーとして、欧洲では再生可能エネルギーの中心的役割を果たしている。

日本では、森林をはじめとするバ

イオマス資源は熱利用以外にも、電力や自動車用燃料などの技術開発に目が向けられることが多い。発電さえすれば既存の電力インフラを使って需要側を考える必要はなくなる。しかし、バイオマス発電の効率は、通常10～20%程度、良いものでも30%程度であり、残りの熱を利用しなければエネルギー資源の有効利用にはならない。そのため、欧洲のバイオマス発電も熱を利用するコーチェネレーションがほとんどである。

こうした発電設備は大規模化し、大きな投資が必要となる。また、大規模なプラントは大量の燃料が必要となり、燃料の安定供給や燃料収集の広域化による輸送コスト上昇という問題が生じる。

このようにバイオマス資源の利用は小規模分散型で地域密着型のシステムを構築するのが本来望ましい姿である。また、日本にとって森林は貴重な資源であり、エネルギー資源として利用するにも、熱利用を中心とした利用を図ることが重要な視点となる。

## 森林バイオマスの燃料形態と地域熱供給

木質燃料が石油やガスと異なるのは、水分を多く含んでいること、形状が一定でないこと、そしてかさが大きくなることである。直接燃焼に使う木質燃料も様々ある中、今でも最も多く使われているのは薪である。しかし、薪は燃料補給が手動となるため、木を自動供給可能な燃料にしたのがチップであり、さらにそれを進化させたのがペレットである。

ペレットは木材を粉碎し、乾燥、圧縮、成型した木質燃料であるが、近年世界的に生産が伸びている。ペレット燃料は薪やチップといった木質燃料に比べて容積が小さく、含水率も低く安定しているという特徴があるため、燃焼機器を小型化でき、小さな施設でも比較的導入しやすい木質燃料となる。ペレットを燃料とするペレットストーブはその最たるもので、日本でも注目され、すでに多くの国産ストーブが販売されている。また、輸送コストも低減されるため、広域的な利用も可能となる。しかし、ペレットを生産するためには専用プラントが必要となり、燃料としての単価も上昇する。海外では製材所の大規模化が進んでおり、製材の端材を燃料として発電を行ない、製材過程で発生するオガコを排熱で乾燥させてペレットをつくり、余剰の熱は地域熱供給に回すというような無駄のないエネルギー・システムを構築しているところが多い。日本で

多くの製造工場が誕生しているが、欧米のように製材所の副産物から製造しているところが少ないため、製造コストはどうしても上がる。

一方、切削あるいは破碎しただけのチップは加工コストが小さく、間伐材などを簡単に燃料化できる。また、従来より製材所では製紙用のチップを製造しているところも多い。また、製材所で発生する樹皮は再利用用途が少なく、エネルギー利用することは重要な手段になる。ただし、生木からつくられたチップや樹皮は含水率が高く、そうした木質燃料でも燃やするような大きなボイラーが必要となる。そして、チップや樹皮は形状がばらつくため、燃料供給装置でのトラブルが発生しやすく、設計には細心の注意が必要になる。また、木質燃料は全般的に石油に比べてかさが大きくなる。同じ熱量でペレットでも石油の3倍、チップだと10倍程度のかさになる(表1)。このため、

大きな燃料サイロが必要になり、住宅のような小さな施設にはペレットなら導入できても、チップの導入は難しくなる。

このようにチップは燃料コストが安いというメリットがあるものの、設備の初期投資コストが高く、設置スペースも大きくなる。そのため、ペレットは用地の制約の多い都市部に向くのに対して、チップは原料となる森林資源の近郊にあって用地制約の比較的少ない山間部への導入が適する(図1)。また、チップは比較的単純な工程で、コストをかけずに製造できることから、林家や農家が自ら燃料生産することも可能になる。しかし、チップの向く大型の施設が山間部では少ないと課題がある。このギャップを埋めてくれるのが地域熱供給である。住宅のようにチップボイラーの設置が困難な小さな施設も、地域熱供給という形態を取れば複数の建物でまとめてプラントを

表1 木質エネルギーのかさ

	灯油	ペレット w=10%	薪(ブナ) w=15%	チップ w=15%
灯油に対するかさ比	1.00	3.33	5.11	10.36
比重(kg/m <sup>3</sup> )	840	650	459	217

資料：O.Ö.Energiesparverband

w : 含水率

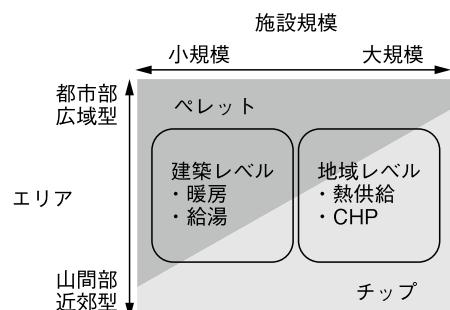


図1 木質エネルギーの利用形態

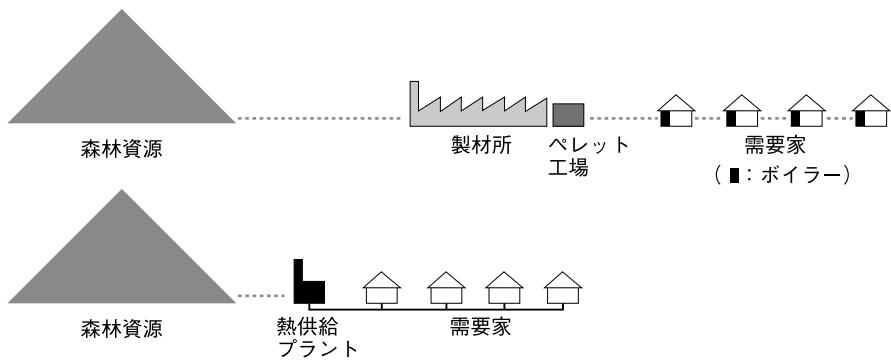


図2 ペレットとバイオマス地域熱供給の利用イメージ

共有することができ、安価なチップを使っての熱供給が可能となる(図2)。また、地域熱供給によって、石油等の在来燃料よりも手間のかかりやすい木質燃料の調達やボイラーの運転管理に需要家は煩わされることがなくなる。このように、地域熱供給は森林バイオマスを利用していく上では非常に有効な手法になる。

### オーストリアの森林とバイオマス利用

オーストリアは人口約8百万人、国土8万km<sup>2</sup>ほどの小国だが、その46%が森林に覆われ、アルプスで知られる森林は急峻で険しい。そして、林業が盛んで高度な林業技術を持つ。このオーストリアは日本の6分の1程度の森林面積しかないが、木材生産量は年間約1,600万m<sup>3</sup>とほぼ同量であり、オーストリアの森林の生産性がいかに高いかが分かるが、これがバイオマス利用にもつながっている。日本の中で人口規模が比較的近い東北地方の人口は約9百万人だが、森林面積も近く、人口当たりの森林面積は5千m<sup>2</sup>と、ほぼ同規模である。また、オーストリアは比較的小規模

な森林所有者が多いのも日本と共通する。こうした条件を見ると、オーストリアで可能なことが日本全体ではいかなくとも、北日本のような寒冷地でなら可能なのではないかと考えられる。

エネルギー政策としてオーストリアは、かつて原子力発電を完成させながら、国民の反対運動の高まりから実施された国民投票の結果、1978年に運転開始を禁止するという歴史を持っている。そのため、再生可能エネルギーの導入推進は重要な政策目標となり、森林バイオマスはその中心的存在となっていく。

現在、オーストリアは全エネルギー需要の約17%程度をバイオマスでまかなっている(図3)。このバイオマスは薪とチップが中心になっており、ペレットが近年増えている(図4)。オーストリアにおける森林バイオマスの燃料種類と規模による利用パタ

ーンを見ると(表2)、ペレットは基本的に住宅の暖房給湯用ボイラーに、薪は農家住宅のボイラーで使われ、それ以上の公共施設や事務所ではチップが使われている。チップボイラーは単体で使われるものが50～150kWあたりの出力であるが、それ以外に100～3,000kWクラスのボイラーが地域熱供給のプラントで使われている。

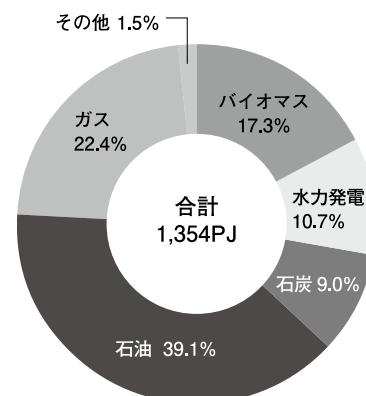


図3 オーストリアのエネルギー需要(2009年)

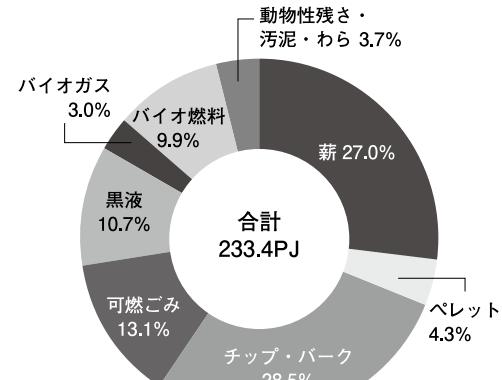


図4 オーストリアのバイオマスエネルギー(2009年)

表2 オーストリアにおける森林エネルギーの利用パターン

技術	ペレットボイラー	薪ボイラー	チップボイラー	チップボイラーの地域熱供給	バイオマス熱電併給
燃料	ペレット	薪	チップ	チップ	丸太
熱源出力	5～15kW	20～40kW	50～150kW	100kW～3MW	発電1MW以上 熱10MW以上
需要家	一般住宅	農家住宅	公共施設・事務所	住宅・公共施設・事務所	住宅・公共施設・事務所
燃料供給	燃料会社がバルク車で配達	通常自分の森で伐採	地域の林家による場合が多い	林家の組合と製材所	林家と製材所、その他

参考資料 : Biomass heating in Upper Austria

## オーストリアの森林バイオマスによる地域熱供給

現在、森林バイオマスによる地域熱供給はオーストリア全土に1,000カ所以上もある(図5)。しかし、それらはスウェーデンのものと比べて規模が小さく、熱源リプレースではない新規の導入がほとんどである。その規模は、導管延長100mほどの小さなものから、数十kmの大きなものまである。そして、最近は再生可能エネルギーによる電力の買取制度ができたため、バイオマス発電を行なう例も増えているが、発電のみを行なうものではなく、熱電併給プラントとしてである。

オーストリアはウイーンに代表されるように、もともと化石燃料による地域熱供給が都市部で普及していた。しかし、森林バイオマスによる地域熱供給の建設が始まったのは1980年頃からで、農村部においてであった。製材所で使われていた木質ボイラの技術と、都市部で普及していた地域熱供給の技術を農村部で実現可能ないように融合する新しい概念のものであった。バイオマス地域熱供給を成り立たせるシステムは、森林整備から木材原料調達、チップ燃料製造、運搬、ボイラ、需要家契約と、非常に幅広い要素からなり、山から街までの流れをトータルに結び付けるノウハウが必要になる。

オーストリアでこうしたバイオマス地域熱供給が普及していったのは、政府主導ではなく、草の根的な取り

組みと州レベルの支援によってであった。それはバイオマス地域熱供給施設の建設目的となったのが、環境対策という側面だけでなく、所得低迷に悩む農家に向けた新たな事業創出という側面も大きかったからである。バイオマス地域熱供給の課題は初期投資であったが、その対策として農家が実施するプロジェクトへの補助金制度が大きな役割を果たした。結果として、多くのバイオマス地域熱供給は農家の手によって建設され、運営されている。

## 森のグリーン熱供給インフラ

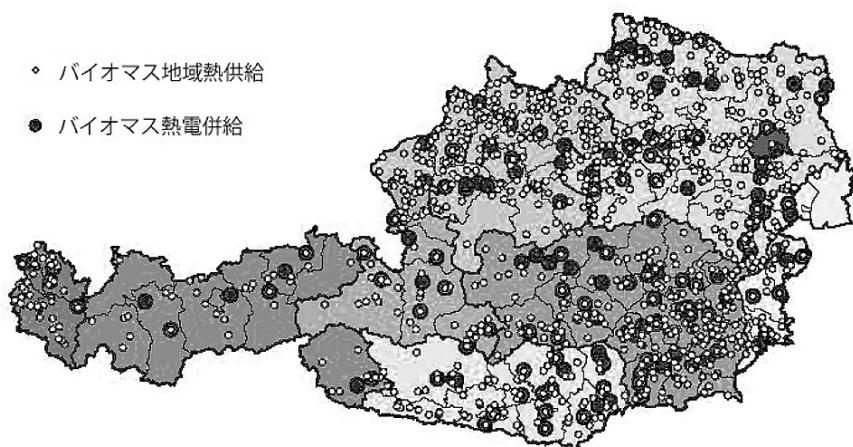
日本でも地域熱供給は導入されてきたが、その多くは石油や都市ガスを燃料とし、大都市における公害対策のための集中システムとして導入されてきたものである。スケールメリットの得られない地方では地域熱供給は成立しないと考えられてきた。しかし、バイオマスが利用できる地域があるとすれば、二酸化炭素の排



三浦秀一 Miura Shuichi

1963年兵庫県西宮市生まれ。1986年早稲田大学理工学部建築学科卒業。1992年早稲田大学大学院博士課程修了、東北芸術工科大学デザイン工学部環境デザイン学科講師。1996年より助教授。現在に至る。東北を中心とした建築、都市、地域の環境とエネルギーに関する計画づくりから実践に向けた政策提言を行なっている。主な著書に「未来の住宅 カーボンニュートラルハウスの教科書」(パジリコ、2009年)などがある。博士(工学)。

出がゼロとみなせることによって、従来の地域熱供給施設よりもはるかに大きな二酸化炭素削減効果が表れてくる。バイオマスを利用した地域熱供給システムは、これまでの地域熱供給の常識を覆すものとなり得る。課題となるのはやはり地域導管の整備コストであるが、こうした大きな環境効果があれば新しいグリーン熱供給インフラとして積極的に評価していくべきであろう。



Quelle : Landwirtschaftskammer Niederösterreich

図5 オーストリアのバイオマス地域熱供給施設(2010年)