

第4回

「オーストリアにおける森林による 地域熱供給事業の事例と計画」

三浦秀一

東北芸術工科大学 准教授

はじめに

オーストリアでは、マイクロ地域熱供給と呼ばれる100kWほどのバイオマスボイラーと、100mほどの導管で数棟の建物が接続される小さな地域熱供給が農山村のあちこちにあるが、森林に近い地方都市の市街地やリゾート地等では大規模な熱供給施設が建設されている。これらもまた、森林を所有する林家たちが組合をつくり、自ら燃料となる木材を供給し、熱供給事業を運営するものがほとんどである。このように森林資源を使った熱供給施設の計画は、森林伐採から燃料加工の燃料供給計画、ボイラーを中心とした熱源プラント計画、熱供給を行なうための地域導管計画と、川上から川下に至る多面的な計画と運営管理が求められる。特に、森林由来の燃料は石油のような工業製品とは違って性状が一定しないこと、熱負荷密度が小さく、導管コストの割合が大きくなること等、大都市部の地域熱供給施設とは異なる要

素が多い。こうした要素はコスト上昇につながるが、その低減に向けた技術的な改良の積み重ねと、森林からの燃料が石油に比べて安価であること、補助金制度等の支援制度が充実していることなどから、オーストリアの森林による地域熱供給は150kW以上のもので1,000ヶ所を越えるまでになっている。

地域熱供給施設の規模

森林バイオマスによる地域熱供給の規模を熱源出力で見ると、最も大きなもので10MW程度であり、1,000kW前後の施設が多い(図1)。日本の熱供給事業法でいう、21GJ/h(5.8MW)以上のものは少なく、大都市にある地域熱供給から比べると規模は小さい。導管延長は、1～5kmが大半であるが、10kmを越えるものもある(図2)。需要家数は100件以内がほとんどであるが、戸建て住宅なども多く含まれる。

例えば、ドルンビルンのハトラー

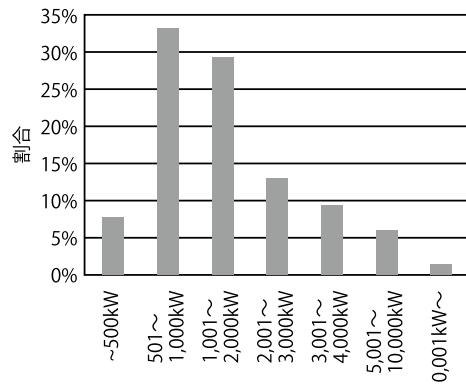


図1 オーストリアにおけるバイオマス地域熱供給の出力規模

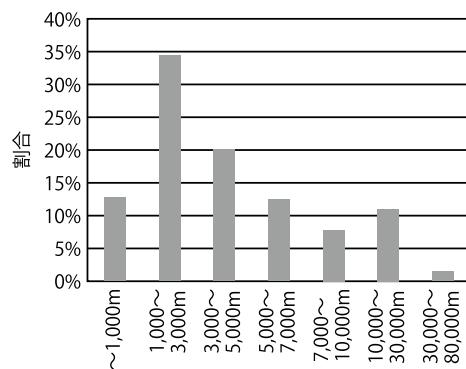


図2 オーストリアにおけるバイオマス地域熱供給の導管延長

ドルフ地域熱供給は一般的な中規模の地域熱供給施設であるが、1,800kWのチップボイラーから5.5kmの導管で97件の需要家が接続されており、その2/3は一戸建て住宅である(図3)。レッヒ地域熱供給はスキーリゾート



図3 ドルンビルンの地域熱供給、導管延長5.5km、チップボイラー2基合計出力1,800kW、需要家97件、導管込み建設費260万ユーロ(約3億円)、年間チップ使用量13,000m³



図4 レッピの地域熱供給、導管延長20km、チップボイラー3基合計出力15MW、需要家280件、導管込み建設費1,100万ユーロ(約11億円)、年間チップ使用量88,500m³、年間石油使用量10kl

地にある大規模な地域熱供給施設であり、15MWのチップボイラーから20kmの導管で280件の需要家が接続されているが、ホテルなどが多い(図4)。

プラントのバイオマスボイラー

自動供給できるバイオマス燃料としてはペレットとチップがあるが、

地域熱供給のボイラーではより安価なチップが燃料として使われる。マイクロ地域熱供給では乾燥されたチップが使われるのに対して、大量の燃料を必要とする大きな地域熱供給では、乾燥していない伐採直後の木からつくるチップが使えるチップボイラーを導入する。こうした未乾燥材は水分が半分以上を占めるほど含水率が高く、投入されたチップ燃料を炉内の熱で徐々に乾燥させながらガス化して燃焼する移動式ストーカー炉が用いられる。バイオマスボイラーの効率は90%を越え、大型のボイラーではエコノマイザーを装備するものが多い。排ガス対策も大きく進んでいる。

チップはペレットほど形状が安定しておらず、燃料の供給経路で詰まらないようなシステムが必要になる。施設によっては製材所で発生する樹皮を燃料にするところもあり、非常に長い形状の燃料になる。一般的なチップはスクリューを回転させながらチップを搬送するコンベアが用いられるが、樹皮の部分を燃料とする場合は詰まってしまうので、押し出し式の搬送器やバケツトコンベア式が用いられる。

チップボイラーのようなバイオマスボイラーは初期投資が大きい。また、石油ボイラーよりも負荷追随性が緩慢で、ON-OFF制御には向いていない。その

ため、バイオマスボイラーの規模をできるだけ抑えるために、2つのピーク負荷抑制方法がとられる。1つは石油ボイラーの設置であり、もう1つが蓄熱タンクの設置である。

バイオマスボイラーを使うのは少しでも石油を使わないようにするためであるが、一時的なピーク負荷に要するエネルギー量はそう大きくなない。ピーク負荷に合わせてバイオマスボイラーを導入すると非常に高コストになる。そのため、バイオマスだけによるシステムにこだわるのではなく、設置コストの安い石油ボイラーを入れてピークに対応する。また、石油ボイラーがバックアップボイラーとしての役目も果たす。

また、ピーク時以外ではボイラーに余力が生じている場合も多い。そうした時間帯に蓄熱タンクを加温し



写真1 バイオマス地域熱供給のチップボイラー(5MW+3MW)

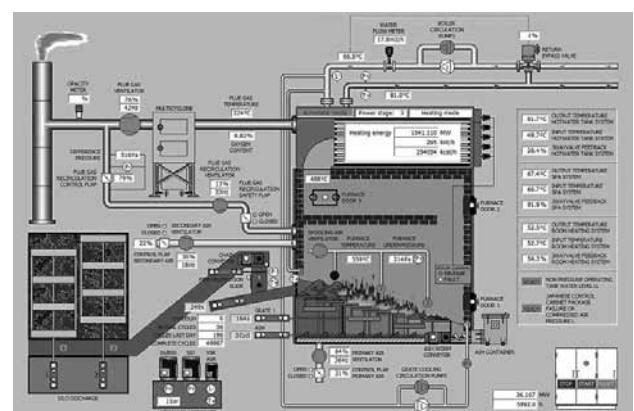


図5 チップボイラーの構造(ボイラー監視画面)

ておくことで、熱需要の増加時にその熱を利用できる。このため、バイオマスボイラーでは大型の蓄熱タンクを設置することが多い。

プラントの燃料サイロ

大型の地域熱供給プラントでは年間数万m³もの燃料を使う。そのため、大きなプラントでは数千m³、小さなものでも数百m³規模の大きな燃料貯蔵倉庫があるのが特徴となる。そのため、プラントの立地は大きな敷地を確保できる市街地外縁部となる場合が多い。大型の燃料貯蔵倉庫は屋根だけの建屋になり、燃料貯蔵倉庫からホイールローダー等でボイラーに直結するもう1つのサイロに燃料を毎日補給する。このサイロは数日分の燃料が入るボリュームとなる。小さめのプラントで市街地に立地する場合は、地下式のサイロにする施設もあり、そのままボイラーに直結するサイロのみとなる。

プラントの燃料調達

燃料の多くは農家らの山の間伐材であるが、大規模なプラントでは製材所から廃材を購入する場合もある。製材所から廃材を購入する場合は、チップがプラントに搬入されてくるが、間伐材の場合は丸太をプラント内でチップ化する。そのチッパーはトラックで牽引する移動式チッパーで、そうした機器を保有する専門業者にチップ化を依頼する。チップ化



表1 チッパーの能力とチップ化料金

	チッパー能力	チップ化料金
マニュアル	10～15 m ³ / 時間	4～8€/ m ³
クレーン	30～60 m ³ / 時間	2～6€/ m ³ (チップ)

資料：O.Ö. Energiesparverband, Biomass heating in Upper Austria

写真2 燃料貯蔵倉庫で丸太をチップ化する作業

地域導管

するとかさが丸太の3倍になることから、丸太で輸送し、現場でチップ化した方が輸送コストは下げられるからである。移動式チッパーも小型のものから大型のものまであり、大規模なプラントでは大型のチッパーが使われる。小型、中型のチッパーはトラクターのエンジンで駆動させて使い、大型のチッパーは専用のトラックで駆動させ、クレーンで丸太を破碎機に投入していく。それらの能力やコストは表1の通りである。これらのチッパーは20万ユーロ(約2,000万円)から50万ユーロ(約5,000万円)である。チップを生産するために伐採、輸送、チップ化に要するエネルギーは、燃料として使えるエネルギーの2～5%にとどまる。

こうした規模の大きな熱供給事業も農家林家らが中心になって熱供給会社を設立して事業を運営している。農家林家らは燃料の調達からボイラーの運転管理、需要家の確保、サービスなど、すべて自ら行なう。ボイラー自体は自動運転のため、プラントには通常誰もいない。トラブルが発生した場合には、熱供給会社で管理を担当する農家の携帯電話にメッセージが行き、現場に出向いて対応する。

地域導管

導管は大規模な施設では鋼管、小規模な施設ではポリエチレン管が使われる。いずれも熱損失を極力少なくするよう断熱材がしっかりと巻かれ、漏洩センサーが付けられている。鋼管は高温高圧に耐え、大口径のものがあるが、ポリエチレン管は最大85℃から95℃程度である。往きの管と還りの管が一体化された二重管は施工が容易である。導管は直埋設されるが、道路下に埋設するだけでなく、宅地内に埋設される場合も多い。

バイオマス地域熱供給の導管は數kmにおよぶが、この導管コストは都市部よりも埋設物が少ないために低くなるものの、この投資が全体の半分前後を占め、これをいかに抑えるかが大きな課題となる。都市部のような密度はなくとも、安価なバイオマス燃料の経済性を活かすためには、地域熱供給の対象とする供給エリアのプランニングが重要になる。

大きな負荷密度があり、稼働率が高ければ、熱供給量の年間85%から90%の利用率を達成できる。高い負荷密度で、熱供給配管からの熱損失は、年間発生熱量の10%未満に減らすことができる。そのために熱需要の大

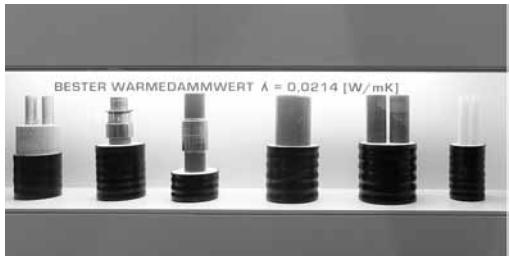


写真3 配管のカットサンプル

きな施設が供給対象に入るように計画は進められ、その上で戸建て住宅なども対象にしている。熱供給事業としての適否を判断するために、導管延長当たりの年間熱需要密度が使われる。補助金を受けるためには、この年間熱需要密度が900kWh/m²年以上あることが要件となる。

冬期の暖房のみ供給する施設もあるが、需要家へのサービスを高めるためにも給湯用も供給するところが多い。需要側には熱交換器が設置された間接接続で、熱量計によって課金される。

森林地域熱供給の管理評価システム

1980年頃からバイオマスの地域熱供給は建設されていくが、必ずしも成功事例ばかりが生まれていくわけではなかった。中にはエネルギー効率の低いものがあることが判明していくが、その原因となっていたのは、過大な熱需要の想定、過大なボイラーの能力、燃料種類の不適合、過大な導管距離、過大な燃料倉庫、低いボイラー稼働時間などであった。

そのため、オーストリア、ドイツ、スイスが共同で、2005年にバイオマス地域熱供給の性能評価を行ない、

改善する地域熱供給品質管理システム (qm heizwerke) を開発している。バイオマス地域熱供給の設計から運転に至る性能を最適化するための管理システムであり、出力500kW以上、導管延長1,000m以上のバイオマス施設が補助を受

ける際にはこの活用が義務化されている。このシステムが導入されたことにより、それまで熱ロスが平均21%あったのが14%に下がるという効果を上げている。また、このシステムによって管理データが蓄積され、さらなる技術改善や補助金などの政策立案にも活かされていく。

地域熱供給事業の事業化と補助金

オーストリアのバイオマス地域熱供給で一番多い規模は、導管延長1～3kmの施設で、ボイラー出力は1,000kWほどである。その平均的な事業費は約7,000万円となっているが、その内ボイラー本体は16%を占め、配管が30%を占めている。

配管コストも含め、これら全体の事業費に対して、EU、国、州からの補助金がある。補助制度が開始された頃には、これら合わせて40%ほどの補助率があったが、現在では400kW以上の施設に対して25%になっている。これまで紹介してきたマイクロ地域熱供給と同じく、地元の林家たちが中心にならないと補助金は出ず、彼らが熱供給事業組合をつくって事業を運営していく。

今でこそ、こうしたバイオマス地



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)。

域熱供給の事業はオーストリアで一般的なものになっているが、最初から出資を希望する林家たちが多くいたわけではなく、懸念を抱く者が多くいた。しかし、この事業の意義に確信を持つ地域のリーダーが率先的に出資し、事業を遂行してきたことが今の状況をつくり上げている。そうした住民主体の事業主体形成だけでなく、熱供給の需要家を確保することが事業成立の必須条件となるが、これもまた彼らが石油から森林エネルギーに切り替えることの意義や経済的なメリットを説明しながら説得していく。バイオマス地域熱供給は、こうした農山村コミュニティの力による賜物である。

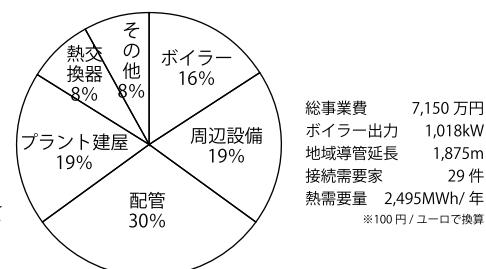


図6 オーストリア・シュタイヤマルク州におけるバイオマス地域熱供給の平均事業費(導管延長1km～3km)