

森林資源を活用した地域熱供給システムの構築に関する研究

Study of planning wood biomass district heating system



三浦 秀一
Shuichi MIURA

森林資源のエネルギー利用は地球温暖化対策として有効であるが、設備が大型化するために導入が困難な場合が多い。本研究では欧州の先進事例を調査しながら、日本における導入手法と効果について検討した。欧州では地域熱供給の熱源として森林バイオマスが活用されており、オーストリアでは小規模なバイオマス地域熱供給が多く普及している。森林資源の豊富な日本の農山村地域では森林資源で地域の熱需要をすべて賄うことが可能な地域もある。このためには施設単体でバイオマスを導入するよりもバイオマス地域熱供給システムとして面的な導入を図ることが効果的である。

Though using forest resource as energy is effective for the protection of global warming, it is difficult because of the large machine. After the survey of advanced project in Europe, introduction method for Japanese mountain region was examined in this study. There are many small scale biomass district heating in Austria. There are many region which could supply all the heat demand by the forest resource in their own region. To realize this, it would be more efficient to introduce biomass district heating than using the system alone.

研究の背景と目的

日本の国土の3分の2は森林であり、森林は太陽エネルギーを貯蔵する自然エネルギー源ともなり得る。薪という古典的な森林エネルギー利用から現代的な森林エネルギー利用に向けて様々な形態が模索されてきた。日本では木質ペレットという形態で注目されてきたが、大規模な製材所が少ない我が国ではペレット燃料製造に大きなコストを要し、その経済性が普及への壁となっている。しかし、欧州のバイオマスのベースはチップであり、チップであれば製造コストは低減され、どこでも燃料が簡単に製造できるようになる。そのチップを導入するためにはボイラーや燃料貯蔵庫の大型化という課題が生じるが、それを森林エネルギープラントとして整備することで、末端需要側は負担を感じることなくエネルギーを利用することが可能となる。

また、従来、化石燃料による地域熱供給においても省エネ効果は期待されてきたが、バイオマスをエネルギー源とすることで二酸化炭素排出をゼロにすることができる。配管ネットワークのインフラ投資に見合う熱需要があるかが経済的な課題となるが、欧州でも集積度の低い農山村地域でもバイオマス地域熱供給が導入されている。こう

した農山村型バイオマス地域熱供給が、物理的条件、社会制度的条件などを明らかにすることで、日本における導入可能性を検証した。

研究経過

1) バイオマス地域熱供給による二酸化炭素削減効果

欧州では最終エネルギー消費の10%以上を森林バイオマスで供給している国が多くある。日本においても森林資源は豊富であり、有望な自然エネルギー源であるが、その具体的な可能性を二酸化炭素削減効果として東北地方を対象に検証した。森林の資源量を成長量から試算した結果、運輸で消費される以外の石油、主として暖房や給湯に使われる熱エネルギーについては森林資源で代替可能であることが明らかになった。特に、山村自治体で100%を大きく上回る削減ポテンシャルを有するところが多い。

2) 欧州におけるバイオマス地域熱供給の実態調査

日本でもバイオマスのボイラーを導入する施設は始めているが、公共施設や一定以上の規模の施設に限定されており、住宅などでは導入が進んでいない。これは石油や電気に比べて大きくなるバイオマス燃料の保管場所やボイラーの設置場所を確保するのが困難であることが一つの要因である。この課題を克服するためには、集中的な熱プラントを建設して熱供給を行う手法が有効であり、欧州のバイオマス地域熱供給の実態を調査した。オーストリアでは1000か所以上の熱供給プラントがあるが、導管延長は2~3km、ボイラー出力は1~2MWの規模が多い。

また、小規模なものはマイクロ地域熱供給と呼ばれ、農家が組合をつくり、顧客と熱エネルギーの長期供給契約を結ぶ。シュタイヤマルク州では、このマイクロ地域熱供給が1995年から2008年までに212事業完成している。単独供給は全体の2割で、残り8割は地域熱供給事業である。導管延長100m前後のものが多く、300m以内がほとんどである。また、バイオマスボイラーのほとんどはチップであるが、出力100kW前後のものが多く、300kW以内である。投資効率から、導管延長とボイラー出力の比は一般に1kW/m以上、最低0.5kW/m以上が求められている。平均的な事業規模は1千万円前後で、4~8棟ほどの建物を接続する。導管の建設費は条件によって異なり、建設単価は1~5万円/mで事業費の半分近くを占めている。建設費は農家林家、需要家、補助金で概ね1/3ずつを出す。

表1. オーストリアにおける大規模バイオマス地域熱供給の導管延長

Table 1. Network length of large scale biomass district heating in Austria

導管延長	件数	割合
~1000m	46	13%
1001~2000m	65	18%
2001~3000m	59	17%
3001~4000m	39	11%
4001~5000m	33	9%
5001~6000m	32	9%
6001~10000m	41	12%
10001m~	45	13%
合計	360	102%

表 2. オーストリアにおける大規模バイオマス地域熱供給の出力規模

Table 2. Power of large scale biomass district heating in Austria

出力規模	件数	割合
～500kW	27	8%
501～1000kW	117	33%
1001～2000kW	103	29%
2001～3000kW	46	13%
3001～5000kW	33	9%
5001～10000kW	21	6%
10001kW～	5	1%
合計	352	100%

表 3. オーストリアにおける小型バイオマス地域熱供給の導管延長

Table 3. Network length of small scale biomass district heating in Austria

導管延長	件数	割合
単独供給	44	21%
0～50m	30	14%
50～100m	42	20%
100～200m	51	24%
200～300m	34	16%
300～400m	7	3%
400～500m	4	2%
合計	212	100%
平均	118	—

表 4. オーストリアにおける小規模バイオマス地域熱供給の出力規模

Table 4. Power of small scale biomass district heating in Austria

出力規模	件数	割合
0～50kW	24	11%
50～100kW	114	53%
100～200kW	66	31%
200～300kW	12	6%
合計	216	100%
平均	102	—

3) バイオマス地域熱供給の導入手法と評価

地域熱供給の経済性に大きな影響を与えるのがイニシャルコストである。大規模需要家と接続できるならば、熱供給の経済性は大幅に向上する。また、集合住宅地区や負荷密度が比較的高い地区は適する。こうした地域熱供給の経済性を評価する指標として地区面積当りの熱負荷密度と導管延長当りの熱負荷密度がある。地区面積当りの熱

負荷密度は $50\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{年}$ 以上、導管延長当りの熱負荷密度は $1000\text{kWh}/\text{m}\cdot\text{年}$ 以上であることが望ましい。しかしながら、こうした条件は石油価格に影響を受け、導管等に対する補助金によって変わる。現在、日本で導入されるバイオマスは建物単体への導入がほとんどであるが、この設備をコミュニティプラントとして同一街区内の他建物にも配管を延長するだけで熱供給を面的に行うことができる。また、通常導入が困難な住宅等の小さな施設でも街区内でバイオマスのコミュニティプラントを設置し、配管を敷設すれば熱供給できるようになる。こうした街区単位のバイオマス地域熱供給を面的に拡大していくことで、単体での導入ケースに比べて供給量を1.4倍～5倍まで拡大することが検証の結果明らかになった。

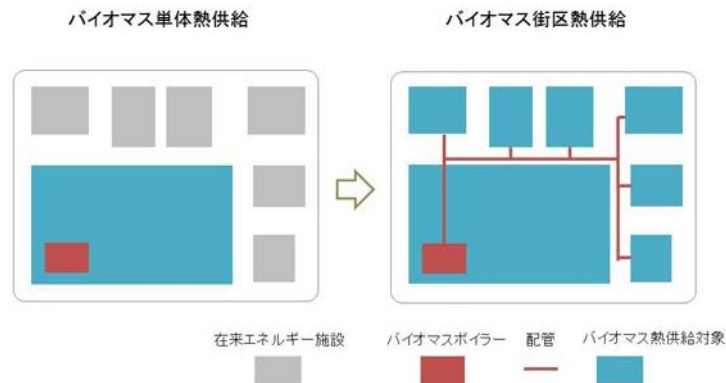


図 1. バイオマス街区熱供給システムの概念

Fig. 1. Concept of biomass block heating system

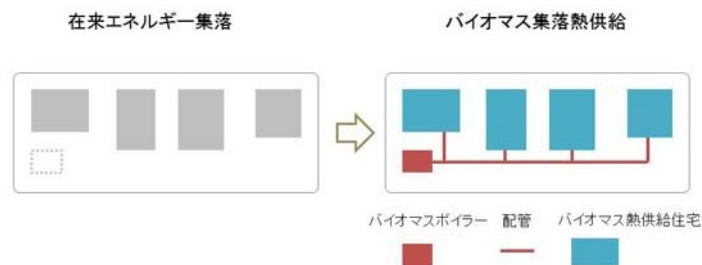


図 2. バイオマス集落熱供給の形態

Fig. 2. Concept of biomass settlement heating

4) バイオマス地域熱供給のシステム計画

バイオマス地域熱供給では導管からの熱ロスを極力低減しなければならないが、十分断熱された配管を使うことでロスを20%以下に抑えることができる。特に二重管は単管に比べて設置費用が低減されるとともに、熱損失が少ないため、中小規模では有効である。

バイオマスボイラーのコストは石油ボイラーに比べて高く、負荷変動に対する追従性が遅いことから、能力をピーク負荷に合わせるのは効率的ではない。石油ボイラーを併用しながらピーク対応していくとともに、蓄熱タンクを導入して負荷を平準化していくことが重要になる。また、暖房期間以外では給湯負荷だけとなり、低負荷運転となりがちである。頻繁にオンオフが繰り返されることもボイラーの効率を低下させることになる。こうした状況を

避けるためにも蓄熱タンクを導入することは重要となる。さらに、蓄熱タンクが組み込まれることで、太陽熱温水パネル用の蓄熱タンクとして併用することも可能となる。

5) バイオマス地域熱供給のための燃料調達

バイオマス地域熱供給が普及するオーストリアでは、森林を所有する林家が木を伐採し、熱供給を行うための組合をつくって燃料を確保している例が多い。これは農家に対する政策的支援でもあり、補助金や技術指導も行っている。伐採方法は高性能林業機械を使う場合もあるが、チェーンソーで伐採するのは基本である。しかし、森林内の路網整備が日本より大幅に整備が進んでおり、伐出が比較的容易になっている。チップパーはプラント毎に所有するのではなく、移動式チップパーの所有者に来てもらって加工してもらう。含水率の管理は運転トラブルをなくすためにも効率を上げるにも重要であり、特に小規模なチップボイラーでは乾燥が必要になる。

研究成果及び考察

本研究により、欧州におけるバイオマス地域熱供給の事例に関する詳細な情報を得ることができ、その設計方法も明らかになった。日本においても導入できる森林資源の豊富な地域は十分あるが、地域熱供給という概念が日本では認知されていないため、事例もない状況である。また、欧州で急速な普及を遂げた背景には、環境エネルギー政策的に支援策が充実していることともに、森林所有農家のための収益事業として推進されてきたところが多い。こうした日本ではほとんど紹介されていない海外の取り組みを映像でわかりやすく伝えるためのビデオも制作した。

今後の展望

東日本大震災によって東北地方は大きな打撃を受けたが、今後の復興に向けて自然エネルギーを基調にした地域再生は不可欠であると考えられる。被災地の多くは森林を抱える地域でもあり、復興に際してバイオマス地域熱供給を導入することは環境面だけでなく経済面においても地域の基盤をつくるものであり、具体的な提案を行っていく予定である。

引用文献

- [1] Planungshandbuch, QM Holzheizwerke, C.A.R.M.E.N., 2004

本助成研究にかかわる成果

〔論文発表〕

1. バイオマス地域熱供給への展望と国内外の現状, 三浦秀一, 2009年, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, pp.841-842