

バイオマス発電と再生可能熱の可能性

Biomass Power Generation and Renewable Heat Potential

乾 正博*

1. サーマルリサイクルと発電

本論文では、日本において木質バイオマスにおける再生可能“熱”の利用が進んでいない現状への問題意識に始まり、技術的な課題、エネルギーの地政学的なリスクを分析した。そして木質バイオマス利用の先進各国の事例、当社がこれまで取り組んできた地域主体の取り組みについて紹介することで再生可能“熱”の可能性を探ることが目的である。

1.1 サーマルリサイクルとは

資源を適切に使用するためのキーワードとして「3R」がある。廃棄物の発生を抑制する“リデュース”，再利用する“リユース”，廃棄物を原料として製品を製造する“リサイクル”の総称である。国内では“リサイクル”の中でも廃棄物を燃焼して熱エネルギーを取り出すことを“サーマルリサイクル”と呼んでいる。しかしながら欧米においては、「燃焼」をリサイクルの概念に含めないため、サーマルリサイクルは“リサイクル”ではないとされている¹⁾。

1.2 サーマルリサイクルの課題

では、廃棄物を原料として製品を製造する、いわゆるマテリアルリサイクルとの違いは何だろうか。マテリアルリサイクルの場合は、リサイクルの過程において焼却を行わないため、サーマルリサイクルと違って大気中にCO₂を排出することがない。

サーマルリサイクルの場合は樹木が成長の過程で吸収したCO₂を、燃焼の過程で大気中に放出してしまうことになるため、より一層、余すことなくそのエネルギーを回収することが求められる。

“リサイクル”のみならず、日本国内においては資源を焼却してエネルギーを取り出す際に、熱を効率的に利用するという考え方が十分に浸透していないのが実情である。

実際、バイオマス発電においては、木材の発電効

率は2割程度にとどまり、残りの8割近くのエネルギーは熱エネルギーとして大気や海洋中に放出されてしまっている。木質バイオマスを燃焼する際に熱エネルギーを回収できていないことは、木材のポテンシャルの8割をそのまま捨てていることになるのである。

1.3 日本におけるバイオマス発電の実情

では、なぜエネルギー効率がここまで低いバイオマス発電が普及しているのだろうか。

その大きな理由として、FIT制度の影響があると考えられる。FIT制度とは2012年に開始した「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」のことで、再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取ることを国が約束する制度である²⁾。

バイオマス発電には、大別して直接燃焼式発電とガス化発電の2種類の方式がある。一般的に前者は大型で後者は小型なものが多い。

FIT制度によって採算性を成り立たせようとする、バイオマス発電においても規模の経済性が働き、大型化する必要性が出てくるため、方式として直接燃焼式発電を選択することになる。しかし、直接燃焼式発電は、小型のガス化発電と比べて発電効率が低いうえに、投入する資源量も非常に多い分発生する熱が大きいため、熱エネルギーを使い切ることができずに大気や海洋中に放出せざるを得ない状態となっている。

そもそも、大型の直接燃焼式に利用する木材は、輸入材であるケースが多い。

その根拠として、FIT制度開始直後の2012年と2020年のデータを比較すると、ペレットの輸入量は7.2万トンから202.8万トンの約28倍、PKSに至っ

* シン・エナジー株式会社 代表取締役社長

ては2.6万トンから337.9万トンと約130倍まで増大している³⁾。

ここまで挙げた、現状の国内におけるバイオマス発電の課題について整理すると以下ようになる。

- ① 国内の林業振興に寄与しない形でのバイオマス産業が進んでいる。
- ② 化石燃料を燃やして外国産材を輸入している＝間接的に二酸化炭素を排出している。
- ③ 実質的に外国産材の購入のために国民は再生可能エネルギー賦課金を払っている。
- ④ 発電事業の主体が地元ではないため、FIT制度の終了後には事業継続が不透明である。

以上の理由より地域林業活性化の観点においても、脱炭素の観点においても、小型バイオマス発電とその熱利用に目を向ける必要があるといえる。

2. 熱の原料と地政学

2.1 地政学リスク

次は、地政学的な観点からバイオマス熱活用の在り方を検討する。

資源エネルギー庁の文献によると、日本は一次エネルギーの9割を占める化石燃料を海外からの輸入に依存している。脱炭素への舵切が進む中、2014年以降は化石燃料への投資が小規模化・短期化の傾向がありエネルギーの長期的な将来像はますます不確実なものになっている。

一方で新興国にとっては化石燃料が引き続き重要なエネルギー源であり、開発には巨額の長期投資が必要であるものの、投資予見性は低い状態となっている。

国内においてエネルギー需要は減少傾向にあるが、そうした状況は購買力の低下にもつながるとされる。

また、2019年6月、ホルムズ海峡近くで日本の海運会社のタンカーを含む2隻のタンカーが、同年

9月にはサウジアラビア東部の2つの石油施設が攻撃を受けるなど、中東情勢は不安定を増すばかりである。

さらには2009年、アメリカに代わって世界最大のエネルギー消費国となった中国、世界第3位のインドが、人口増加や経済成長を背景として資源需要を急速に拡大し、エネルギー市場における存在感を高めている状況もある。

地政学バランスが大きく変化し、日本は世界のエネルギー市場における存在感が弱まっていく中で、我々はエネルギー戦略を見直していく必要がある⁵⁾。

またこうした見方も存在する。

世界の石油取引はドル建てで行うという暗黙の了解により、アメリカは“世界経済の中心”という地位を守り続けることができるというものだ。そもそも1960年代までは米国を筆頭としてメジャーズ(総合石油会社)が原油取引を支配していた。1980年台前半に原油のスポット取引が拡大するとともに、価格変動のリスク回避のために先物取引も始まり、その先物市場に主として米国市場が利用されるようになった。加えて、アメリカが世界最大の石油消費国であったこともこれに影響しているとされる。こうした背景より、アメリカは産油国の政権を脅かす存在に対しては軍事力の行使を行うことを否定できないという見方もできる⁶⁾。

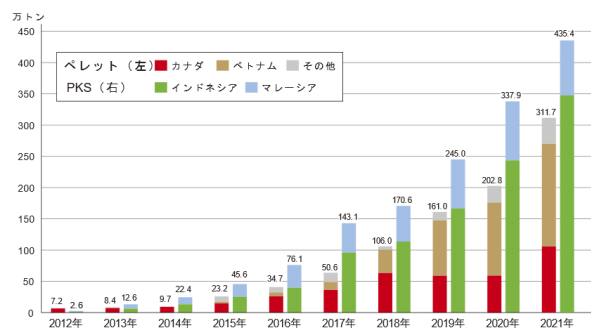
2.2 日本における資源、エネルギー戦略の重要性

2022年にはロシアとドイツをつなぐ天然ガスのパイプライン“ノルドストリーム”が何者かによって爆破されるという事件が発生した⁷⁾。日本にもこうした地政学的なリスクは無関係だとは言えず、加えて以下の理由により化石燃料を使い続けることが妥当だとは言えない。

- ① 供給の不安定性を解決できないこと
- ② 価格に誘導性があること
- ③ 環境負荷が大きいこと

・経常収支と貿易収支

また、貿易収支の観点においても資源・エネルギー戦略は日本の最重要課題であるといえる。2022年の貿易赤字は過去最大の19.9兆円であり、その原因は原油や液化天然ガス(LNG)、石油などのエネルギー資源の値上がりが続いたことである⁸⁾。化石燃料の輸入額としても、対前年比96.8%増の33兆4,755億円が対外エネルギー支払額となっている。これは、国家予算の3割をエネルギーコストに使っているということになる⁹⁾。



3. 海外の「熱」利用

3.1 欧州での熱利用

それでは、バイオマスエネルギーの先進国と言われる欧州ではどうだろうか。

EUの国別バイオマスエネルギー消費量を見てみると、いずれの国においても“熱利用”が主体となっている。

部門別最終消費量の推移をみてみても、特に家庭部門においてバイオマス熱の消費量が確実に伸びている。

事例

ここからは、欧州諸国の状況と取り組みについて事例を紹介する。

・オーストリア

2000年代からの設備補助により、バイオマスボイラーの導入台数は着実に増加している。その台数は30万台にもなり、国土5倍の日本での導入台数が約2,000台であることを考えるとその差は大きい。また、半径500-700m程度の範囲に、地域の住民や企業が投資してボイラーを設置するという仕組みも日本との大きな違いである^{12) 13)}。

・イタリア

熱の固定価格買取制度があり、その補助金を受けるためには、古い暖房器具を新しい（効率のいい）暖房器具に切り替える必要がある。補助体系につい

ても、熱出力や地域ごとの暖房時間に合わせた“気候ゾーン”によって分かれている点が特徴的だ¹⁴⁾。

・デンマーク

2018年時点で、地域熱供給の6割以上が再生可能な資源で生産されている¹⁵⁾。また、農業国であることから木材よりも農業残渣の活用が進んでいる点が特徴である。より低温度で稼働できるシステムに移行することで効率化も図られている。

デンマークの場合も、地域一帯がすべて熱導管で繋がっているわけではなく、各所に熱エネルギーセンターが点々と存在している。

・ドイツ

2024年1月より、新設の暖房システムに規制を導入する「暖房法案」が2023年4月19日に発表された。新設の暖房設備については少なくとも65%は再生可能エネルギーを使用すること、ガス・灯油のみの暖房は原則禁止するものである。これを受けて国民からは、ウクライナ危機による急激なインフレや、既存設備からの切り替えによる設備投資の負担増大が懸念として挙がっている。暖房法案においては、器具の切替には補助金を設ける予定であり、既存の暖房器具も継続使用することや修理は可能としている¹⁶⁾。

4. 再生可能「熱」の実例

最後に、当社が関わった日本における小型バイオマス利用の事例を紹介する。

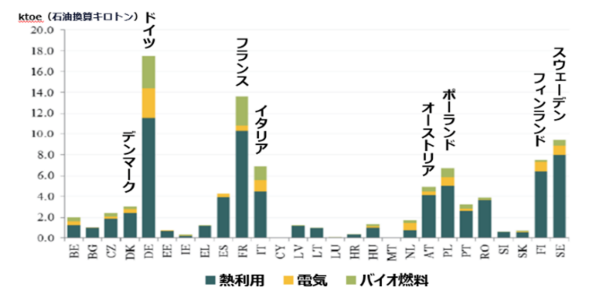


図2 EUの国別のバイオマスエネルギー消費量一部編集¹⁰⁾

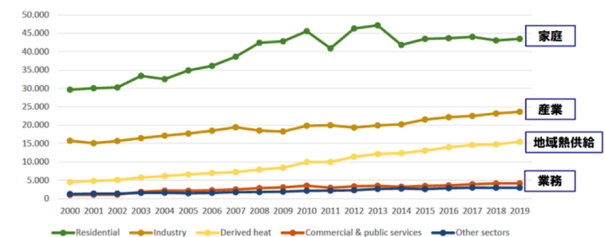


図3 EU28 諸国における部門別のバイオ熱最終消費量の推移¹¹⁾



図4 補助金算定に用いられる暖房時間

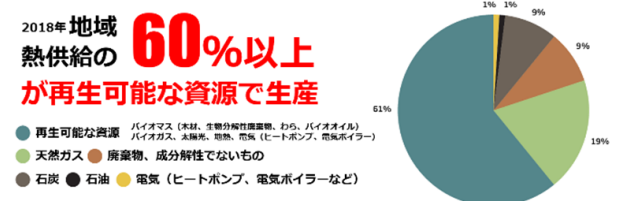


図5 地域熱供給の資源の構成¹⁷⁾

4.1 秋田県大潟村

環境省が推進する脱炭素先行地域¹⁸⁾に選定された秋田県大潟村において、もみ殻を活用した地域熱供給事業を開始した。日本有数の米どころである大潟村は、もみ殻の処理に課題を抱えていた。具体的な計画としては、村内中心部にもみ殻を燃料とするバイオマスボイラーを設置し、ボイラーでつくられた「再生可能エネルギー熱（温水）」を5か所（計画）の熱需要施設に供給することで、これまで使われていた化石燃料の大幅な削減を図る。さらにもみ殻を燃焼する際に副産物として生まれる「もみ殻燻炭」を地域の農業の土壌改良材や育苗培度として利用することで、持続性のある稲作農村地域モデルの確立を目指す計画となっている。

4.2 宮崎県串間市「大生黒潮発電所」

地域の未利用木材を有効活用したバイオマス循環圏を確立し、林業の再生と地域脱炭素を促す、宮崎県串間市「大生黒潮発電所」。同じ敷地内に発電所と木質ペレット工場を併設し、稼働効率の最大化を目指している。また、発電で発生した熱をペレット工場において乾燥工程で使用することで、工場全体の運用コスト低減も可能となった。大生黒潮発電所にてできたペレットは、地元の病院や温浴施設でも利用されており、面的な展開を実現している。

また、発電の副産物として生まれる炭（チャー）は土壌改良剤としてのポテンシャルも見込まれており、土壌分析機関や地元と農家と共に有効性の分析、実証を行っている。

4.3 兵庫県神戸市「六甲国際ゴルフクラブ」

当社の本拠地である神戸市においても、ゴルフ場における脱炭素の取り組みを行っている。従来、年間に約60,000L重油を使用していたところ、現在はバイオマスボイラーを導入し、木質燃料転換率はほぼ100%となっている。使用する燃料も兵庫県内で

加工された木質燃料であり、燃料代は年間約390万円の削減となった。

5. まとめ

ここまで、日本におけるバイオマス利用の現状と、熱利用の重要性についてお話ししてきた。どれだけ木質バイオマス発電を進めようとも、熱の利用を行わないままでは、木のポテンシャルの約8割を捨てている状態であり、先進事例を持つ各国の事例からも、電気のみならず熱にアプローチすることが脱炭素の観点において重要であることがわかる。化石燃料を使い続ける選択についても、地政学的リスクを鑑みて妥当ではないという判断ができる。

このような状況下において当社が提案するイノベーションのポイントは二つある。

①エネルギーの一次産業化

林業とエネルギー創出を同時に一次産業と位置付けて地元の力で運用し、地元が利益を得られる仕組み作りを行う。

②ハブ型のバイオマスセンター

単に一点の発電所、ボイラーや熱導管建設にとどまらず、木質燃料や副産物を地域に面的に展開する



図7 宮崎県串間市 大生黒潮発電所

約3.5kmにわたり熱導管を配置し、熱需要施設に熱を届ける



図6 秋田県大潟村における地域熱供給事業



図8 六甲国際ゴルフクラブのバイオマスボイラー

ことで地域循環共生圏の自立を目指す。

我々はこれからも技術と信念をもとに、エネルギーを基軸として資源と経済が循環する仕組み作りに努めていく。

参考文献

- 1) 環境省 環境配慮型製品及びサービスの海外展開に関する情報支援 <https://www.env.go.jp/content/000063959.pdf>
- 2) 経済産業省 資源エネルギー庁 https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/surcharge.html
- 3) バイオマス白書 2022 <https://www.npobin.net/hakusho/2022/>
- 4) https://www.npobin.net/hakusho/2022/topix_01.html
- 5) 経済産業省 資源エネルギー庁 エネルギー白書 2022年版 第一部 第一節 災害・地政学リスクを踏まえた国際資源戦略 <https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2020html/1-2-1.html>
- 6) The Asahi Shinbun GLOBE + 石油はドルでしか買えない、だからアメリカは強かった いつか人民元の時代が来る? <https://globe.asahi.com/article/14660719>
- 7) REUTERS ノルドストリームがガス漏れ、破壊工作か 欧州が原因究明急ぐ <https://jp.reuters.com/article/ukraine-crisis-energy-idJPKBN2QT003/>
- 8) 日本経済新聞 2023年1月19日 貿易赤字最大の19.9兆円 22年、円安と資源高響く <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA190OR0Z10C23A1000000/>
- 9) 「脱炭素の論点 2023-2024」集計「財務省発表資料」より
- 10) 出典：EU 2014 “State of play on the sustainability of solid and gaseous biomass used for electricity, heat and cooling in the EU”
- 11) 出典：バイオエネルギーヨーロッパ統計報告書 2019 <https://saf.org.ua/en/library/749/>
- 12) オーストリア：Österreichische Biomasse-Verband, Basisdaten Bioenergie 2021
- 13) 日本：https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/training2019/siryuu/tohoku-4.pdf
- 14) RPF <https://rrf-online.eu/en/contotermico-2-0/>
- 15) 地域熱供給白書 都市部のためのグリーンな冷暖房 http://communitypower.jp/wp-content/uploads/2021/08/SoG_DistrictEnergy_JP.pdf
- 16) 暖房設備に再エネ使用を義務付ける改正法成立、2024年1月施行（ドイツ） <https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/10/7715c442147b10ad.html>
- 17) 2050年カーボンニュートラルに向けて、民生部門（家庭部門及び業務その他部門）の電力消費に伴うCO₂排出の実質ゼロを実現し、運輸部門や熱利用等も含めてそのほかの温室効果ガス排出削減についても、我が国全体の2030年度目標と整合する削減を地域特性に応じて実現する地域のこと <https://policies.env.go.jp/policy/roadmap/preceding-region/>

著者略歴



乾 正博 (いぬい まさひろ)

1971年、神戸市生まれ。1993年、洗陽電機エンジニアリング（現シン・エナジー株式会社）に入社。2015年、代表取締役社長に就任（現任）。2018年、環境省地域再省蓄エネサービスイノベーション促進検討会委員。現在、社会福祉法人神戸老人ホーム評議員、一般社団法人日本サステイナブルコミュニティ協会（JSC-A）副代表理事、一般社団法人共生エネルギー社会実装研究所（RISES）理事、株式会社オーリス（ORES）取締役。座右の銘は「知行合一」