

中小規模木質バイオマス発電施設に対する

燃料供給と熱電併給事業の可能性の検討

○小谷英司・天野智将・大塚生美・駒木貴彰(森林総研東北支所)
吉田貴紘・柳田高志・久保山裕史(森林総研)

1 はじめに

近年、日本各地で大変多くのバイオマス発電施設が計画、建設、運用されている。岩手県奥州市は、2,000kWの中規模のバイオマス発電施設の建設計画を検討し、奥州市での建設における可能性と問題点の把握のために、2015年春に森林総合研究所に「木質バイオマス発電施設に対する燃料供給量予測と事業採算性評価手法の開発」の受託研究を依頼した。森林総研では、様々な分野の専門家が協力し、発電施設の採算性など5つ視点から、研究開発を実施した。

本発表の構成として、まず、東北地域と岩手県でのバイオマス発電施設の現状(第2節)と、バイオマス発電の概要(第3節)を示す。次いで、奥州市での2,000kWのバイオマス発電施設を建設した場合に、①発電施設の採算性、②発電施設の燃料チップの特性、③熱源需要把握、④森林資源状況、⑤木材搬出方法、という5つの視点での研究結果の要約を示した(第4節)。これらの分析により、バイオマス発電の可能性と問題点について示すことを、本論の目的とした。

2 東北地域のバイオマス発電の現状

東北地域のバイオマス発電について既存の文献や関連情報を調査し、現状をまとめた。また、岩手県の現状について、岩手県農林水産部林業振興課の担当者から聞き取り調査を行い、まとめた。

(2-1) 再生可能エネルギー関連の政策の経緯

再生可能エネルギーに関する政策や研究が国内で大規模に行われた事例は、1980年頃まで遡ることができる。1977年の第二次オイルショックを契機に、脱石油を目指して様々なエネルギー政策や実験・研究が行われた。その後、再生可能エネルギー利用が国内で本格化したのは、地球温暖化対策に関連する政策が実施されるようになった2000年代からである。2003年4月に、「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」が施行された(坂井・渡邊 2013)。これにより、風力、水力、バイオマス、太陽光による発電が活性化した。2009年11月には、「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」が施行され、太陽光発電の余剰電力買い取り制度が始まった。これにより、一般住宅用の太陽光発電の設置が進んだ。2012年4月に、「再エネ特措法：電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が施行された。まずは機器の設置が容易な太陽光発電が進展したが、近年はバイオマス発電も増加しつつある。

(2-2) 再生可能エネルギー固定価格買い取り制度(FIT)

再エネ特措法では、一定期間(20年)の調達期間に風力、水力、バイオマス、太陽光等の再生可能エネルギー電力を固定価格で買い取る制度を設けた(坂井・渡邊 2013)。調達価格は、経済産業大臣に任命された有識者による調達価格等算定委員会で策定される。2016年12月13年の調達価格等算定委員会でまとめられたH29年以降の調達価格について、表1にまとめた(経済産業省 2016、林業調査会 2016)。調達価格は、燃料の区分、発電施設の規模などで、細かく分かれている。制度の趣旨に沿う燃料に対して高いインセンティブ(誘因)を与え、利用を誘導するシステムとなっている。林業関係で重要な燃料区分は、間伐等由来の未利用木材と一般木材である。また、制度は開始以降で時々修正されており、2015年に未利用木材項目で2,000kW未満の中小規模を優遇するように枠が新設され、一方で2017年より一般木材等項目で20,000kW以上の超大規模発電施設での調達価格を下げるよう枠が新設された。

未利用木材と一般木材については、林野庁のガイドラインに定義されている(林野庁 2012)。未利用木材とは、間伐材等由来の木質バイオマスであり、1) 間伐材、2) 森林施業計画、保安林、国有林野施業実施計画等からの伐採生産された木材、である。一般木材は、1) 製材等残材、2) その他由来の証明が可能なものである。なお、アブラヤシ核殻(PKS)や輸入材(チップ、ペレット)は、一般木材に入るようだ(BIN 2016)。

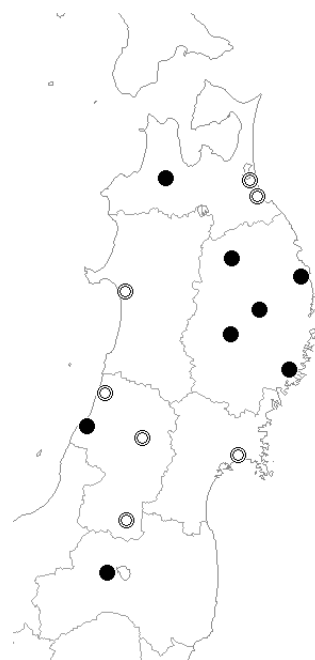
固定価格買い取り制度では、燃料の種類により買い取り価格を細かく区分し、通常の発電コストよりも高く買い取るために、木材の由来を証明する認証システムが必要となる。このため、未利用木材と一般木材について、伐採から加工・流通段階で、木材の由来を認証するシステムを構築している(林野庁 2012)。

なお、岩手県からの聞き取りによると、現状で最も買い取り価格が高い未利用木材については、国有林からの生産が主となっているようだ。これは認証の条件として、森林施業計画や国有林野施業実施計画等の経営計画が必要であり、民有林の計画率は高く、国有林の計画率は低いためである。

表1 バイオマス発電に関する H29 年度以降の調達価格
(kW 当り)

区分	発電所の規模	H28	H29
メタン発酵ガス化発電	-	39円+税	同左
未利用木材 燃焼発電	2,000kW以上	32円+税	同左
〃	2,000kW 未満	40円+税	同左
一般木材等 燃焼発電	20,000kW 以上	24円+税	H29/10 より21円
〃	20,000kW 未満	24円+税	同左
廃棄物 燃焼発電	-	17円+税	同左
リサイクル木材燃焼発電	-	13円+税	同左

(比較:天然ガス13.7円、石炭12.3円)



左: 図1 東北地域のバイオマス発電施設位置図

(2-3) 地域のバイオマス発電施設の現状

東北地域のバイオマス発電施設について、2016年2月現時点で稼働中(黒丸)と計画

(白丸)を地図上に示す(図 1、BIN 2016)。なお、図 1 は、新聞などで報道された事例であり、申請レベルではさらに多い。

本論では、発電施設を、2,000kW 以下を中小規模、5,000kW 前後を大規模、1 万 kW 以上を超大規模と、便宜上で 3 種類にわけると、図 1 の発電施設の傾向を大まかにまとめると、大規模と超大規模の 2 種類に分けられる。まずは、大規模のバイオマス発電施設である。発電規模は 5000kW 前後であり、内陸に設置されている。燃料は、一般木質、未利用材、製材端材等である。バイオマス利用量は年間 7-9 万 t 程度と巨大である。燃料の調達、発電施設周囲の国内林産物を主に想定している。次いで、超大規模のバイオマス発電施設である。発電規模は、1.4-14.9 万 kW であり、沿岸部に設置される。燃料としては、製材端材等や、東南アジア地域等から輸入されるアブラヤシ核殻(PKS)等である。規模が大きすぎて、国内のバイオマス燃料のみでは調達が難しく、海外から輸入を想定しているようだ。

図 1 から東北地域では、岩手県が最も先行しており、岩手県に焦点をあてる。

(2-4) 岩手県のバイオマス発電施設

岩手県のバイオマス発電施設の位置と発電施設の概要を図 2 にまとめた。岩手県でも前節での類型化した内陸型の大規模発電施設(①ウツティかわい、②一戸フォレストパワー、③花巻バイオマスエナジー)と、沿岸部の超大規模発電施設(⑤野田バイオパワーJP)に分けられた。さらに、④新日鐵住金のように鉄という他分野からの参入事例もあった。全体の燃料使用量は、年間 42 万 t である。国内産の燃料使用量は、⑤の野田バイオパワーJP の内訳が不明なので集計から除くと、未利用間伐材等で約 21 万 t、製材端材で約 7 万 t であった。

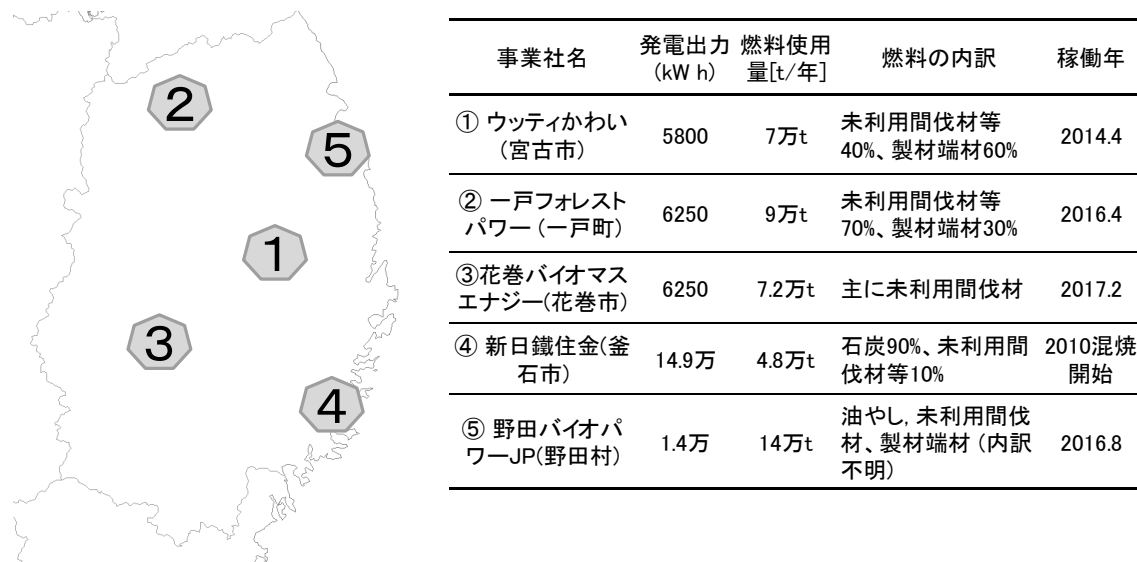


図 2 岩手県のバイオマス発電施設(左図:位置図、右表:概要、岩手県資料より)

(2-5) 岩手県の素材生産量とバイオマス発電での木材利用

森林・林業統計要覧から 2000 年以降の岩手県の素材生産の推移を図 3 に示した。2000 年頃は 100 万 m³であったが、2000 年頃から始まった合板用のために徐々に素材生産量は増大し、2015 年には 152 万 m³となる(岩手県聞き取り)。ここ 3 年で使用量が急速に拡大したバイオマス発電施設での燃料について、林地から直接出てくる未利用間伐材

分は合計 21 万 t である。素材生産と燃料使用量との比較のために、仮に樹種はスギで含水率 100%の生重として、重量を材積に換算した。この結果、約 34 万 m³ となり、2015 年の県全体の素材生産量の 22%に匹敵すると試算した(図 3、なおこの数値は非常に粗い試算である)。

伐採現場のレベルで考えると、理想的には、伐採した木は A 材(製材用)、B 材(合板用)、C 材(製紙チップ用)、D 材(燃料用、タンコロ、梢端や枝)などに分けられる。バイオマス発電施設は、木材の利用先が広がるという点で、林業や林産業にとって非常に利点がある。

林野庁のガイドラインでは、“既存利用に影響を及ぼさないように適切に配慮していく必要がある”、と記載される(林野庁 2012)。しかし、図 2 で示したとおり、わずか 3 年で大規模な発電施設が、岩手県内各地に建設・稼働されている。発電所の木材燃料使用量は、既存の製材・合板・チップと並び、木材の出荷先で第 4 の柱となる規模である(図 3)。

発電用木材の急激な需要増加という状況では、既存の利用に発電用を含めた素材生産全体の増産は可能なのか、発電用以外の既存の利用との競合、競合によりチップ等の価格の上昇など、様々な問題の発生と経済的調整が起こると考えられる。これらの点は現在進行中の問題であり、さらに国内事例の調査と研究が必要と考える。

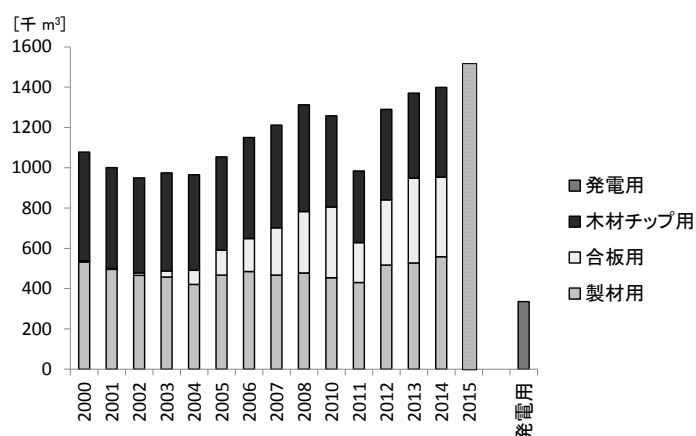


図 3 岩手県の時系列素材生産量と発電用木材量



図 4 花巻バイオマスエナジー(手前:事務所、奥:発電施設、森林総研中村克典氏撮影)

(2-6) 行政のバイオマス発電施設への協力体制

岩手県農林水産部では、発電事業者に対して、FIT 申請段階での助言や支援をしている。例えば、1) 発電施設建設前に、森林組合連合会や素材流通協同組合のノースジャパンなど素材生産団体から燃料が安定供給されるか、発電施設事業体側から確認することを助言し、2) 発電施設建設段階では、発電施設本体は経産省の補助事業対象であり除くが、チップ工場の補助などソフト・ハード面での事業を支援している。

3 バイオマス発電施設の概論

(3-1) バイオマス発電施設の種類

バイオマス発電施設についてよく利用されている発電方式をまとめると、日本では

およそ 2,000kW 以上で蒸気タービン方式と、2,000kW 以下でガス化方式と 2 種類に分けられる。どちらの方式も木材などを燃焼して発電するために、大量の熱が発生している。この熱を利用することで、発電設備全体の熱効率を上げることができる。このためバイオマス発電施設の開発と利用で先行するドイツでは、電熱併用が義務付けられている。一方で、日本では義務付けられておらず、電熱併用は少ない。

発電施設の規模と発電効率は比例関係にあり、発電規模が大きくなるほど発電効率は高くなる。また、熱利用は発電の約 2 倍の出力がある。発電効率のために、大規模発電では発電のみで経済的に可能であるが、対して中小規模発電では発電のみでは経済的に厳しく、熱利用を併用する必要がある。

(3-2) バイオマス発電施設の例

大規模バイオマス発電施設の例として、花巻バイオマスエナジーを示す(図 4)。発電施設の規模は、6,250kW であり、年間の燃料使用量は 7.2 万 t である。一方で、小型のものでは、ドイツブルクハルト社、スパナー社などが挙げられる。数十から数百 kW の発電をし、その約 2 倍の熱を出力する。燃料として木材ペレットやチップを用いるが、大規模発電に比べて木材の乾燥条件が厳しい。日本より先行するオーストリアの調査事例によると、中小型の発電施設は集落や工場に設置される。発電による売電とともに、発電施設より配管が設置され、地域の住宅や工場に熱を供給する。

(3-3) 発熱量に及ぼす含水率の影響

木材は燃焼すると熱を発するが、木材に水分が含まれると、燃焼時に水分蒸発に熱を奪われる。このために含水率が高くなるほど発熱量は減少していく。中小型の発電施設などでは、燃焼装置の構造にもよるが、含水率 70%程度で燃料の持つ発熱量で水分を蒸発できなくなる。特にスギ等の含水率の高い木材では、木材乾燥など含水率の制御が重要となる。

4 奥州市での研究の概要

奥州市での研究は、5 つの小課題で 5 人の研究者により行われた(駒木ら 2016)。それぞれの小課題名とその成果の要約を、以下にまとめた。

(4-1) 中小規模木質バイオマス発電施設の採算性評価手法の開発：柳田ら(2015)での手法を応用し、ア)中小規模で発電を主とする場合には、買い取り固定価格から 2,000kW 未満の発電施設となり、この場合に燃料は 3.3 万 t-40%含水率が必要と試算した。イ)木質燃料の買い取り価格が内部収益率や採算性に大きな影響を与えた。中小規模発電施設の場合には、規模が小さくなるほど採算性の点から熱利用が必要となる。

(4-2) 燃料チップの樹種別発熱量および最適形状の解明：燃料の含水率は低いほど発電効率が低い。発熱量の点から、針広などの木材の評価は体積で無く、重量で行う。

(4-3) 奥州市における木質バイオマスエネルギー需要の推計：熱需要の調査結果として、配管設備の制約から発電施設から半径 500m として、1,000kW の熱需要が 2 か所あった。2,000kW 発電施設から約 4,000kW の熱が生産可能であるが、奥州市の熱需要は分散しており、最大でも 1,000kW くらいであった(久保山ら 2016)。

(4-4) 利用可能な森林資源量の把握手法の開発：2,000kW の発電施設の燃料として、奥州市単独で 20 年分の森林資源量は十分あり、成長量の点から長期持続的にも利用可能

と評価した。ただし、現在の奥州市の木材生産量と発電施設の燃料量は同程度である。市の木材生産を短期に 2 倍に増強は困難であり、一関市など隣接市町村からの木材の受け入れが必要と考えた(小谷ら 2016)。

(4-5) 木材の効率的な搬出方法の開発： 発電施設への木材増産のために、木材の生産・搬出体制を、17 人の雇用と高性能林業機械を 4 セット・19 台と大増強が必要と試算した。

5 まとめ

本論では、東北地域の岩手県全体で、または岩手県奥州市に 2,000kW の中小規模の建設を想定して、バイオマス発電施設と森林資源や素材生産の状況や問題点をまとめた。まず、現在の岩手県全体の発電設備で、あるいは奥州市計画の発電設備で、燃料の木材使用量は非常に大きい。次いで奥州市での試算では、既存の素材生産量に発電用を加えても、市単独で森林資源量があり、長期的に利用可能である。最後に、県全体でも、奥州市計画でも、発電所が素材生産へ与える影響は大きいと、増産体制の確立や地域での素材流通の調整が必要と考える。

引用文献

- 久保山裕史・柳田高志・吉田貴紘 (2016) 木質バイオマスによる熱供給の可能性について、関東森林研究、67(1): 37-40.
- 小谷英司・天野智将・駒木貴彰(2016) 木質バイオマス発電施設設置に対する森林資源量分析、東北森林科学大会講演要旨集、21: 2.
- 経済産業省(2016) 調達価格等算定委員会(第 28 回) 配布資料、
web<[http://www.meti.go.jp/ committee/chotatsu_kakaku/028_haifu.html](http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/028_haifu.html)>
- 駒木貴彰・小谷英司・天野智将・吉田貴紘・柳田高志・久保山裕史(2016) H27 奥州市受託研究 木質バイオマス発電施設に対する燃料供給量予測と事業採算性評価手法の開発 成果報告書、68pp、森林総合研究所、盛岡.
- 坂井豊・渡邊雅之(2013) 再エネ法入門 環境にやさしい再生可能エネルギービジネス入門、308pp、金融財政事情研究会、東京.
- 日本林業調査会 (2016) 一般木材発電に 2 万 kW 以上の新区分 H29 年 10 月から買取価格を 3 円下げ、林政ニュース No. 547: 5-6.
- NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク(BIN)(2016) バイオマス白書 2016 ダイジェスト版、28pp、BIN 事務局、柏市.
- 柳田高志・吉田貴紘・久保山裕史・陣川雅樹(2015) 再生可能エネルギー固定価格買取制度を利用した木質バイオマス発電事業における原料調達価格と損益分岐点の関係、日本エネルギー学会誌 94(3): 311-320.
- 林野庁(2012) 発電利用に供する木質バイオマスの証明のためのガイドライン、
Web<http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/hatudenriyou_guideline.html>