



木質バイオマス発電事業の拡大と輸入バイオマス燃料

株式会社H&Sエナジー・コンサルタンツ パートナー

石丸 美奈

目次

はじめに

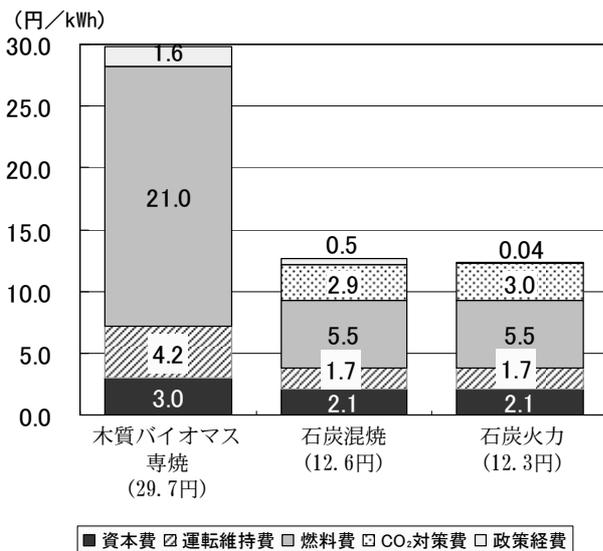
1. 国産木質バイオマス燃料の不足
 2. 輸入バイオマス燃料利用の拡大
 3. 輸入バイオマス燃料の長期安定供給の可能性
- おわりに

はじめに

再生可能エネルギー（RE）の中でも木質バイオマス資源の利用には、日本の林業再生や中山間地域振興と密接な関係を持つため、高い期待が寄せられている。地域で未利用の

まま放置されている間伐材・林地残材や、木材をマテリアルとして利用した後に出てくる副産物を、無理のない規模でエネルギー転換して活用することが、域内の様々な経済的利益やエネルギー自給に繋がり、結果として自然環境の保全を前提とした資源循環型社会が構築できれば理想的である。

（図表 1）2014年モデルプラントにおける電源別発電コストの内訳



* モデルプラントとして木質バイオマス専焼は設備容量5,700kW、石炭混焼・石炭火力は80万kWを想定

* バイオマスの混焼割合は重量比で3%を想定

（出所：総合資源エネルギー調査会 発電コスト検証ワーキンググループ（第7回会合）資料1、2015年5月11日から作成）

2012年7月の再生可能エネルギー電力固定価格買取制度（FIT）導入により、発電燃料としての木質バイオマス利用がブームとなっているが、太陽光、風力、水力、地熱などと異なり、バイオマスを活用するエネルギー事業では安定的かつ持続可能な燃料調達が最重要課題となる。通常の蒸気タービンによる発電は、小規模では電気への変換効率が低く採算が合わないため、事業規模が大きくなりがち（出力5,000kW以上）で、必要となる燃料も膨大だ。木質バイオマス専焼発電は燃料費がコストの70%前後にも達する（図表1）ので、FITで20年という長期にわたり買取価格が固定された場合、将来の燃料調達コストのわずかな増大でも事業の存続にとって致命的となる。

1. 国産木質バイオマス燃料の不足

経済性を考慮に入れた未利用材の供給可能量412万トンに対して、2014年4月末の時点で稼働・計画のある木質バイオマス発電所81件（出力合計100万kW）の需要は427万トンで、15万トンの燃料が不足するという試算もあり、計画どおりに発電所が稼働を始めた場合、2017～18年頃からの燃料不足の可能性が指摘されている¹。

FITの施行後は、買取価格の決定にあたりモデルとなり、採算ベースに乗る下限でもある出力5,000kW級プラントに事業計画が集中した²。しかし、5,000kWの発電に必要となる木材は年間およそ6万トン（約10万m³）で、これは福井県の年間素材生産量（製材用、合板用、木材チップ³用の合計）に匹敵する。しかもコストに見合う集荷範囲は半径50kmとされているが、未利用木質でのFIT認定量が上位10県のすべてで、半径50km圏内に競合するバイオマス発電所の計画がある⁴。燃料の争奪戦が今後、厳しさを増してゆくことは容易に推察される。

2015年7月末時点で、FIT導入後の未利用材と一般木質・農作物残渣を燃料とするバイオマス発電の稼働件数はそれぞれ20件と10件の合計30件、稼働容量は約21万kWとなった。一方、認定件数は55件と61件の合計116件で、認定容量は約217万kW⁵と大型の原子力発電所2基分に相当する規模となっている。同時期のバイオマス発電や製紙に使うチップ用丸太の全国平均価格は1m³あたり5,300円と前

年同月比で13%、2013年末に比べて23%値上がりしており、とりわけバイオマス発電所がある地域は不足感から値上がり幅が大きいという⁶。

大分県日田市では2013年11月から地元の「未利用材」のみを使ったグリーン発電大分の「天瀬発電所」（出力5,700kW、発電効率26%）が稼働している。同地域は伝統的に林産業が盛んで、大規模な原木の集積地である。地域の山主、森林組合、素材業者等の林業関係者が連携の上、50km圏内から燃料材が収集可能な立地を選定し、グリーン発電大分の親会社である日本フォレストが年間約6万トンの木質チップ（水分率35%）を製造・供給することで燃料の安定供給を実現している。

しかし、実のところ、日田で燃料化されているのは7割以上が、通常の場合「未利用材」が意味する間伐材・林地残材ではなく、主伐材である。同地域では人工林の90%以上で森林経営計画が策定されている（全国平均は20%弱）。森林計画の対象林からの材はFITの分類で「未利用材」と見なされるため、間伐材や林地残材より伐出コストが低くなる主伐材でも買取価格が32円/kWh（税抜）と「一般木材」の24円より高くなり、経営が成り立つ⁷。

林業が衰退しておらず、林産業クラスターが存在している日田地域であっても、5,000kWクラスの発電事業を国産材の供給で継続していくためには、様々の有利な前提条件が必要となっている。従って、木質バイオマス発電所の乱立で、供給体制の整わない国内燃料の

1 安藤範親「未利用材の供給不足が懸念される木質バイオマス発電」『農林金融』2014年6月。

2 2015年4月から未利用材を燃料とする出力2,000kW未満の発電という新区分ができて、買取価格がこれまでの32円（税抜）から40円に上がり、小規模・地域密着型の木質バイオマス発電事業を促進する方向性が示されたため、今後が注目されている。

3 チップは木材を幅2cm、長さ3～7cm程度に薄くカットしたり（切削チップ）、小片に砕いたり（破碎チップ）したもの。

4 上位から順に北海道、岩手、新潟、長野、兵庫、岡山、高知、大分、宮崎、鹿児島各県。半径50kmの起点は各県庁（菅野明芳「全国のバイオマス発電所 地図から見る最新動向」2015年9月28日）。

5 資源エネルギー庁。容量は混焼の場合の非バイオマス分を差し引いた数値。

6 宮崎県では1m³あたり7,500円と1年で70%、高知県では4,900円と26%の上昇がみられた（日本経済新聞2015年8月8日）。

7 「バイオマス白書2015」NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク2015年8月。

需給が逼迫し価格が高騰するようになれば、本来製材や合板向けのマテリアル利用が可能な国産材が発電向けに利用され、また、農作物残渣であるPKS（パームヤシ殻）や木質ペレットといった主要な輸入バイオマス燃料の利用が拡大して、それが石油など輸入化石燃料に置きかわるだけになってしまうおそれがある。

2. 輸入バイオマス燃料利用の拡大

PKSとはパームの実の種の殻で、この種の中からパーム油を搾り取る過程で出てくる残渣だ。パーム油は食用や食品加工用の油、洗剤や石鹸、化粧品、液体バイオマス燃料（バイオディーゼル）などに使われており、近年その需要は世界的に拡大している。世界の消費量の約85%がインドネシアとマレーシアの熱帯雨林を伐採して切り開かれた広大なプランテーションで大規模生産されている。PKSは加工の必要がなく、油分を含むため1kgあたりの発熱量は4,000~4,500kcal⁸でチップより大きくペレットと遜色ない。

木質ペレットは乾燥し、細かく粉碎した木屑をコンパクトに圧縮・成型して小さな円筒型に固めたものだ。形状も質も均一で水分率が低く（10%以下）エネルギー密度が高い。全自動化されている燃焼機器にも問題なく使える。不揃いで均質ではない木質チップはペレットと比較すると水分率やかさが高く、エネルギー密度は低い。それ故に船舶による長距離・大量輸送に適するのはペレットであり、今では石炭と同様な国際商品となっている。

稼働中の「木質」バイオマス専焼の発電所としては国内最大級となる「京浜バイオマス

発電所」（出力4万9,000kW）が11月2日に神奈川県川崎市で運転を開始した。昭和シェル石油が2011年に操業を停止した自社の製油所跡地に建設したもので、年間発電量は約3億kWhと一般家庭約8万3,000世帯の年間消費量を供給することが可能だ。燃料は東南アジアのPKSおよび北米の木質ペレットと、すべて海外から調達する。年間22万トンもの燃料を国内で安定的に調達するのは困難というのが理由だ。

現行のFIT制度では対象となるバイオマス発電所の規模に上限がなく、輸入した燃料による発電でもFITが適用されるため、電力は一般木質・農作物残渣利用の24円/kWh（税抜）で売電でき、20年間にわたり72億円/年の収入が見込まれるという。国内の林産業と深い関わりがなかった石油事業者が、製油所跡という立地で発電事業への参入を図るのに、輸入バイオマスによる事業を選択するのは必然ともいえる。

バイオマス専焼での需要に加えて、「カーボンニュートラル」⁹と考えられている木質バイオマス燃料には石炭火力発電所への混焼用という需要もある。1kWhあたり天然ガスのおよそ2倍のCO₂を排出する石炭による環境負荷の低減を図るのが目的だ¹⁰。東日本大震災後、原子力発電の停止により石油や天然ガスによる発電のコストが嵩んでいることに加えて、2016年4月からの電力小売市場の完全自由化にともなう電力需要の拡大を見込んで、日本では石炭火力発電の建設や建設計画が進んでいる。NPO法人気候ネットワークの最新データ（2015年11月6日）によると、建設中または計画中の石炭火力発電所は48に上

8 石炭の発熱量は質にもよるが7,000kcal程度。

9 植物は成長の過程で光合成によりCO₂を吸収・固定しているため、燃やしても大気中のCO₂を増加させることにはならないという考え方。

10 ここでは目下、石炭火力発電に対する規制強化として経済産業省が検討している、発電効率に関する新規制が導入された場合に起こるであろう、混焼のためのバイオマス燃料への需要増加については論じない。

る。このうち18は、現在のところ国の環境影響評価（環境アセスメント）の対象外になっている設備容量（出力）が11万2,500kW未満の（石炭火力発電としては）小規模なもので、稼働までの期間が短縮できる。そして、18のうち11では木質バイオマスの混焼が計画されている（公表ベース）。石炭とバイオマスの混焼もFIT適用の対象になるので、認定されれば計算上バイオマス燃料で発電された電力分を、使用した燃料区分に応じた金額で売電できる。

例えば、大阪ガスの100%子会社であるガスアンドパワーが95%の株式を保有する中山名古屋共同発電株式会社が愛知県武豊町に建設予定の「名古屋発電所2号」（出力11万kW）は、木質バイオマスを30%という高い比率で混焼する。燃料は北米の製材工場からのペレットで賄うことを想定しており、輸入量は年に12万トンという。バイオマス由来の発電分はFITを通じての売電を予定している¹¹。

加えて、既存の電力会社の大型石炭火力発電所におけるバイオマス混焼も進んでいる。電力業界からのCO₂排出量は国内の約4割を占めており、国内外からその削減を強く迫られている。資源エネルギー庁による2014年のモデルプラントの電源別発電コストは1kWhあたり石炭（とバイオマス）混焼発電所が12.6円（燃料費5.5円）、石炭火力発電所が12.3円（同5.5円）（図表1）とほとんど変わらず¹²、現状、コスト競争力を維持したままで排出量を減らすには、既存の石炭火力発電所にバイオマス燃料の貯蔵用サイロや搬送用コンベアなど、混焼のために必要となる最小限の設備のみを追加し、木質バイオマス燃料を投入す

るのが最善の方法である。

今年の2月には、東北電力と東京電力が共同出資し、福島県で20年前から稼働している相馬共同火力発電の「新地発電所」（出力100万kWが2基）で木質バイオマスを混焼するための追加設備が完成した¹³。中国からの輸入ペレットを使うが、ここでの混焼率は3%と「名古屋発電所2号」のような最新の設備を持つ発電所に比べると低い。それでも輸入量は最大で年間14万トンになり、「名古屋発電所2号」とあまり変わらず大量だ。

3. 輸入バイオマス燃料の長期安定供給の可能性

PKSは従来、現地の工場での自家利用分以外は廃棄されていたので極めて安価であった。しかし、日本のPKSを含むパームヤシ残渣の輸入量は急増しており、2012年までは3万トン程度であったものが、2013年に12.6万トン、2014年には23.4万トンとなっている。同時に価格も上昇していて、2011年頃はトン当たり9,000円程度であったものが2014年には12,000円になった¹⁴。

現在のところ、世界のPKSのポテンシャルは1,100万トン/年程度¹⁵といわれているが、マレーシアやインドネシアでインフラが整い、比較的容易にまとまった量を収集し船積みできる地域の資源は、すでに資本力のある日系の大手企業に抑えられているという。また、PKSは副産物にすぎないのだから、その利用可能量はパーム油の世界需給に左右され、急激な需要の増大には対応できない。

加えて、突然、政府の方針が変わるというリスクもある。インドネシアでは今年の7月

11 環境新聞2014年3月19日。

12 総合資源エネルギー調査会 発電コスト検証ワーキンググループ（第7回会合）資料1、2015年5月11日。

13 工事は2011年1月に始まったが、東日本大震災による被災で中断を余儀なくされていた。

14 滝沢渉「バイオマス発電等で使用されるアブラヤシ核殻（PKS）の最新動向」2015年1月29日、日本経済新聞記事2015年7月9日。

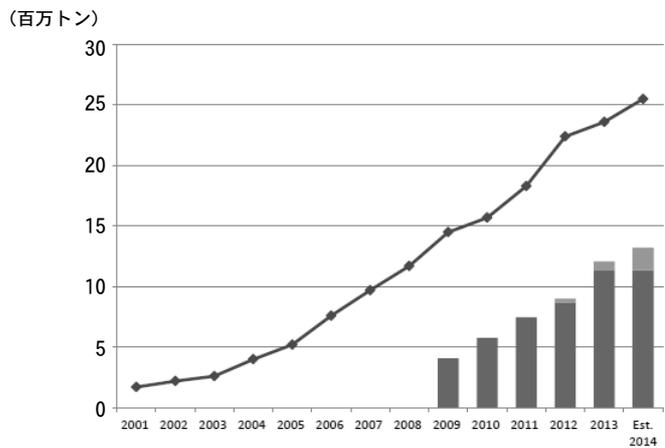
15 「バイオマス白書2015」NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク2015年8月。

から、かなり唐突にPKSの輸出に関して輸出税（US\$7／トン）とパームプランテーション育成目的基金（US\$10／トン）が上乘せされることになった。しかし、適用は複雑かつあいまいで、現場の係官の裁量で金額が変わるといのが実情のようだ。

木質ペレットに関して言えば、世界のペレット消費量は近年急速に拡大している。2014年の消費量は2,200～2,500万トンと推定されており、6年前の2倍以上、9年前の5倍の水準だ（図表2）。これが2020年には5,000万～8,000万トンになるといわれている¹⁶。一方、2014年度の世界の生産能力は5,549万トンで、そのうち北米が42%（2,344万トン）を占めている。とりわけ米国の規模は1,763万トンとずば抜けており、一国で西欧全域のキャパシティ（1,513万トン）を凌駕し¹⁷、2012年にはカナダを抜いて世界一の輸出国となっている（図表3、4）。

現在のところ主要なマーケットはEUで、2013年には世界消費の約85%（1,900万トン）を占めた。EUでは2020年までに域内での温室効果ガス（GHG）排出量を20%削減するため、最終エネルギー消費に占めるREの割合を20%まで上げることをターゲットとしている。加盟国それぞれには、法的拘束力のあるRE利用目標値が設定されており、このためペレット需要が大きく伸びている。世界最大のペレット輸入国となっているのは英国で、2014年には470万トン以上と第2位のデンマーク（約210万トン）の2倍以上を輸入してい

（図表2）世界の木質ペレット消費量と輸入量



Source: Hawkins Wright, Wood Pellet Association of Canada, and Global Trade Information Service, GTA (accessed November 15, 2014).

* 折れ線グラフは消費量、棒グラフは輸入量（■EU、■その他）

* 2014年は推定

（出所：Goetzl, Alberto “Developments in the global trade of wood pellets”

Office of Industries, U.S. International Trade Commission, Jan. 2015 筆者が図表を一部修正）

る¹⁸。英国での用途はもっぱら既存の石炭火力発電所への混焼用だ。

「EU特需」の次に有望な市場と見られているのがアジアで、直近では韓国の動きが注目を集めている。野心的なRE導入目標やGHG排出量削減ターゲット¹⁹を掲げるものの森林資源に乏しい同国では、ペレットの輸入が2012年に12万トン、13年に48万トン、14年には185万トンと急拡大している²⁰。

2014年の日本のペレット輸入量は9万7,000トン弱に留まっているが、国内での生産規模は2013年現在115工場で11万トン²¹、平均

16 Goetzl, Alberto “Developments in the global trade of wood pellets”, Office of Industries, U.S. International Trade Commission, Jan. 2015。ペレットが国際商品として扱われるようになったのは2009年で、世界的な統計が取られ始めたのは2012年からのため、データが少なく、推計にはぶれが大きい。

17 米国に続くのが半分以下の規模でカナダ、中国など。熊崎実「石炭混焼を巡る現状と今後の展望」2015年10月2日。

18 Global Trade Information Service, GTA。

19 韓国では2020年までにGHG排出量30%削減を目標としていたが、今年の6月30日には2030年までに37%減と変更している（日本経済新聞2015年6月30日）。

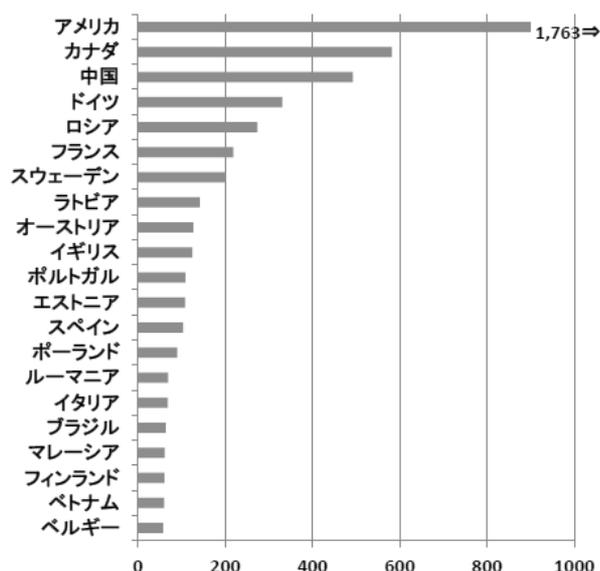
20 Global Trade Information Service, GTA。主な輸入先はベトナム、カナダ、マレーシア、ロシアなど（Goetzl, 2015）。

21 農林水産省 特用林産物生産統計調査。

(図表3) 世界のペレット工場 (2014/15年)
生産能力1万トン以上の工場数

	生産能力規模 万トン/年					計	合計能力 万トン/年
	1~1.9	2~2.9	3~4.9	5~9.9	10~		
北米	19	13	38	53	62	185	2,344
西欧	58	42	63	84	43	290	1,513
東欧	63	31	24	32	24	174	864
中国	15	16	15	24	19	89	492
アジア (内日本)	26 (2)	8 (4)	12	8	5	60 (6)	218 (14)
南米	4	2	2	4	2	14	94
アフリカ	2			1	2	5	25
合計	191	109	153	207	157	817	5,549

(出所：熊崎実「石炭混焼を巡る現状と今後の展望」2015年10月2日。Bioenergy International PSI 2015をもとに熊崎氏作成)

(図表4) ペレットの国別生産能力 (2014/15年)
(年産50万トン以上、万トン/年)

(出所：熊崎実「石炭混焼を巡る現状と今後の展望」2015年10月2日。Bioenergy International PSI 2015をもとに熊崎氏作成)

的な工場の生産能力は1,000トン程度と非常に小さい。産業用の大量生産ではなく、住宅や小規模熱供給を対象としているため、価格はトン当たり40,000円を超える水準で、現状では20,000円台 (2014年は26,700円/トン²²) の輸入ペレットに太刀打ちできない。さらに、

近年は「トレファクション (半炭化)」という技術の開発が進んでいる。無酸素状態で木や草といったバイオマスに低温 (200~300℃) での熱処理を加えると、水分率が低下し、エネルギー密度は上がり、その性質がより石炭に近づく。繊維質が崩れて壊れやすくなるので、これをペレット状に固めたものがトレファイド・ペレットだ²³。脆さ (粉碎性の良さ) は石炭への混焼率を上げるのに好都合であり、発熱量が高い (生の木材の約2倍、木質ペレットの約1.5倍) ため輸送効率が良い。加えて、ほとんど水分を吸収しないので、運搬に便利で、特別な貯蔵設備も不要だ。

このような高品質で扱いやすいバイオマス燃料が、北米や北欧を初めとする、資源のサプライチェーンが整備された海外の各地で大量生産され、安価になれば、ますます輸入量が増えるだろう。

おわりに

日本はこの木質バイオマス燃料ブームを契機として、少しでも早く国産バイオマス燃料の供給体制を整備する必要がある。そのためには供給サイドで森林の路網整備と林業の機械化を進めるとともに、需要サイドでは、小規模で持続可能な地域木質バイオマスの熱利用や熱電併給 (CHP) 設備の導入を促す仕組み作りが急がれる。エネルギー効率の悪い発電のみの事業や、石炭火力発電への木質バイオマス混焼が先行している現状のままでは、輸入化石燃料の一部が価格競争力のある海外からの輸入バイオマス燃料に置きかわるだけという結末になりかねない。それは日本の林業や地域の活性化とエネルギー安全保障を妨げ、資源循環型社会への歩みを阻むことになる。

22 Aikawa, Takanobu "Wood pellets in Japan", 26 Mar. 2015.

23 バイオコール、ブラックペレット、第二世代木質ペレットなどの呼び方もある。