

再生可能エネルギーを利用した被災地の 取り組み事例—バイオマスなど

Examples of Initiatives in Disaster Areas Using Renewable Energies - Biomass, etc.

泊 みゆき*

2011年3月11日、マグニチュード9.0の巨大地震が宮城県沖で発生し、その後に発生した巨大津波は、街が丸ごと流れていくという、この世のものとは思えない光景をもたらした。さらに、福島第一原子力発電所で電源が断たれ、チェルノブイリに続く甚大な原子力発電所事故となり、水素爆発、炉心溶融、そして大量の放射性物質が外部に流出した。

東日本大震災発生直後から、バイオマス産業社会ネットワーク、岩手・木質バイオマス研究会、環境エネルギー政策研究所など再生可能エネルギー利用促進の活動を行ってきた団体は「つながり・ぬくもりプロジェクト」を立ち上げ、バイオマス、太陽光、太陽熱の自然エネルギーによる被災地支援を行った。

事例1：被災材から地域産材へ—NPO吉里吉里国の木質バイオマス熱供給事業—

岩手県大槌町は、東日本大震災の津波で、町長をはじめ死者・行方不明者1600人以上という甚大な被害を被った。海岸沿いにある同町吉里吉里地区も、津波を受け、避難所に身をよせた人々は当初、入浴



写真1 お風呂に入ることができて笑顔の子どもたち
(撮影：深澤光)

することができなかった。岩手県職員の深澤光氏らの尽力により、そこに2台の木質バイオマスボイラーが運び込まれ、被災材を薪にし、薪ボイラーで沸かしたお湯を張り、テントで覆った。3週間ぶりに入浴できた子どもたちから、歓声が沸いた(写真1)。この入浴施設には、「つながり・ぬくもりプロジェクト」ほか20以上の団体・個人が支援を行って実現した。

この木質ボイラーによる入浴施設は、初めNPOやボランティアが運営していたが、避難所の移転を契機に、被災者自身が運営管理を行うようになる。

被災者らが薪ボイラーのための薪づくりをするうちに、「これは売れるのではないか」というボランティアの発案から、NPO吉里吉里国を立ち上げ、「復活の薪」として通信販売をはじめた。新聞などで取り上げられたこともあり、全国から注文が殺到した。被災地では、特に中高齢の被災者の求職は困難な状況で、この薪づくりは現金収入を得る貴重な機会となった。

その後被災材は片付けられたため、被災材からの薪づくりは終了した。吉里吉里地区の主産業は水産業であったが、津波で港も船も破壊された。ふと顧みると、裏山には先人たちが植え伐採期を迎えた、手つかずの人工林があった。山に豊富にある木材を活用しようと、NPO法人土佐の森・救援隊などが、間伐や搬出の仕方など林業の基本を指導する「吉里吉里国・林業大学校」を開催した。林業が停滞するにつれて関わりなくなった山持ちの被災者も多く、福島県、宮城県からもこの研修に参加するようになった。

こうした研修で林業技術を身に付けた吉里吉里地区の10名あまりが、林業を始めた。津波を受けて

*NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク理事長

枯れたスギの伐採を自治体から請け負い、自分では手入れができない地域の山主の山を間伐、薪の製造・販売も行っている。

また、甚大な被害を受けた大槌町には当時、多数のボランティアや支援者が来訪したが、町内には宿泊施設がほとんどなかったため、町は第三セクターの宿泊施設「ホワイトベース大槌」を建設した。この施設の入浴施設にプロパンガスを入れると聞いた、吉里吉里国の代表、芳賀正彦氏は、「当団体が薪ボイラーでお湯を提供する」と申し入れた。

NPO 吉里吉里国が行ったのは、薪ではなく、入浴施設のためのお湯を売る、つまり「熱供給事業」である。ホワイトベース大槌は、プロパンガスを使用した場合よりやや少ない費用をお湯に対して払い、NPO 吉里吉里国が薪と薪ボイラーを提供し、スタッフが給湯を行う。芳賀氏は、「震災直後は被災材で薪をつくった。被災者を温めてくれたこのボイラーで、今度は復興のために大槌に来てくれる人たちの疲れを癒やしたい」と話した（写真2）。

甚大な被害を受けた被災地だが、自立していかなければならない。以前から過疎地、限界集落となっていた地域も多く、震災で一段と状況は厳しくなった。そのようななかで、地域にある山林資源に目を向け、既存の森林組合とも良好な関係を持ちながら林業や木質バイオマス事業を行っている NPO 法人吉里吉里国は、これからの日本の山村の未来への、一筋の光明のように思える。使える補助金は使いながら、自らの足で立ち、知恵を絞って動くという気概もって、今も活動を行っている¹⁾。（ホワイトベース大槌は2019年役割を終え、薪ボイラーは別の団体に寄与された。）



写真2 ホワイトベース大槌に導入された薪ボイラーに薪を投入する NPO 吉里吉里国のスタッフ

事例2：NPO 法人日本の森バイオマスネットワークの「手のひらに太陽の家」

つながり・ぬくもりプロジェクトの協力団体の一つ、NPO 法人日本の森バイオマスネットワークは、2008年の岩手・宮城内陸地震を契機に設立された。事務局は宮城県栗原市にある。地域の森林資源の活用、新しい産業と雇用創出を目的に、環境教育団体、製材所、工務店などが会員となり、森林環境教育、国産材利用の推進、排出権取引、木質バイオマス燃料の普及啓発などの活動を行っている。

東日本大震災の際には、同団体は避難所にペレットストーブやペレットを提供した。さらに、もっと被災者が安心して暮らせ、地域の復興に貢献できる生活の場を創りたいという思いから、「手のひらに太陽の家」を建設した（写真3）。建築面積118坪、述べ床面積127坪の木造住宅で、8つの住居と共用部分がある。地域材が使われ、太陽光パネル、太陽熱温水器、ペレットボイラの導入は、「つながり・ぬくもりプロジェクト」が支援した。放射線量の高い地域での生活を強いられている子どもたちは、自然の中で存分に遊ぶこともできず、心身に大きなストレスを抱えていた。震災遺児や原発事故から避難している親子を優先的に受け入れ、自然素材と自然エネルギーを利用した安心安全な居住環境を提供するほか、教育支援・就労支援など、生活再建に向けての多面的なサポートを展開した。

現在では、子どもたちと地域の人々をつなぐワークショップを開催したり、様々な活動のスペースや宿泊施設として使われている。

同団体では同時に、現在推進されている高性能林業機械を使った大規模林業ではなく、雇用をつくる



写真3 建設中の手のひらに太陽の家(2012年6月撮影)

林業を促進するため、土佐の森方式の小規模林業を「副業の土佐の森方式林家養成塾 実践的キコリ養成講座みやぎ版」として、間伐、木材・林地残材の搬出、運搬などの林業技術を学べる連続講座の開催なども行った。

木材は、建材用（A材）、合板用（B材）、紙パルプ用（C材）、木質バイオマス燃料用（D材）と価値の高いものから順番に利用するカスケード利用を行わないと経済性に欠ける。山から木質バイオマスだけを取り出すのは無理がある。建材である木材住宅を建てて住宅資材が動かないと、木質エネルギーの利用もできない。そしてエネルギーはまず、熱利用である。木質ペレットも、製材所を出るおが屑ではなく、間伐材を原料とするとコストが高くなる。木質バイオマスは、林業・木材産業の副産物、廃棄物利用なのである。

現在、日本の森バイオマスネットワークの主だったメンバーは、木材のカスケード利用を行いながら、木質バイオマス小規模ガス化発電を導入し、電力および熱を利用する取り組みを続けている。

事例3：つながり・ぬくもりプロジェクト東北

東日本大震災発生直後から、20以上の団体により、バイオマス、太陽光、太陽熱といった再生可能エネルギーによる被災地支援を行う「つながり・ぬくもりプロジェクト」が始まった。環境エネルギー政策研究所が事務局となり、バイオマス産業社会ネットワーク、岩手・木質バイオマス研究会、日本の森バイオマスネットワークなどが、避難所や仮設住宅集会所などに薪ボイラーやペレットストーブなどの支援を行った（写真4）。太陽光パネル、街灯、

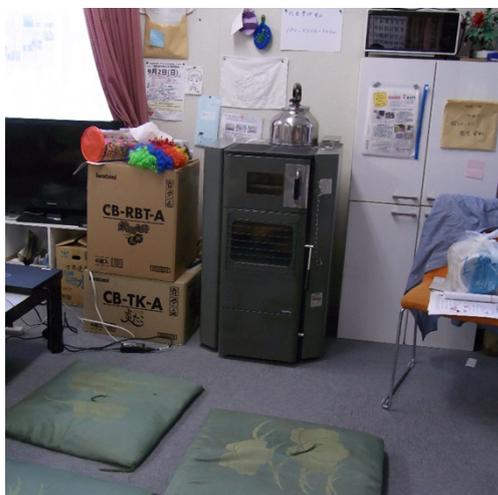


写真4 仮設住宅の集会場に設置された木質ペレットストーブ

太陽熱温水器の導入も行った。

「東日本大震災は、これまでの価値観を根底から覆すような出来事だった。巨大システムへの依存がいかにリスクを高めていたのかということである。具体的には、大震災直後、精油所の操業停止と物流の寸断により、東日本全体が石油不足となった。東北では約1か月間ガソリンや灯油の入手が困難であった。原発事故も含め、私たち一人一人がエネルギーとどう向き合い関わって行くべきかの問いかけであったと言える」これは、岩手・木質バイオマス研究会代表で岩手大学の伊藤幸男准教授の言葉である。

これを機会に、東北からエネルギーを地域で自給し、自立的で、雇用がある持続可能な地域、自然エネルギー社会を実現させ、日本へ、海外へと広げたいという思いは、関係者に共通するものだった。化石燃料から地域資源である木質バイオマスにエネルギーを転換すれば、地域から富の流出を抑え、地域で循環させることができる。例えば、原油価格は2000年に入ってから10年間で3倍上昇し、日本の原油輸入額は約2,000億ドルに達し、化石燃料全体では24兆円ともいわれていた。木質バイオマスを熱として利用する場合の競合する化石燃料は、灯油とA重油だが、2010年度における岩手県のこれらの販売額は466億円だった。これは当時の岩手県の米の生産額456億円を上回る額である。

つながり・ぬくもりプロジェクトでは、こうした提言を含め、数度にわたってシンポジウムの開催も行った。

2012年秋、震災から1年半が経過したのを契機に、被災地が中心となって復興のための再生可能エネルギー普及を目指し、活動拠点を東京から東北（水・環境ネット東北が事務局を務めた）へ移し、教育・人材育成、普及啓発、事業化などの活動を行った。

最終的に集まった寄付は日本各地、海外から合計98,850,287円、設置件数は239件に上った。2016年、多くの団体、個人、企業などのご協力のもとに行われたつながり・ぬくもりプロジェクトは終了した²⁾。

事例4：FITによる木質バイオマス発電の稼働とバイオマス発電の課題

2011年3月11日のまさにこの日、再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT）法が閣議決定された。その後、被災地でも多くのバイオマス発電が建設・稼働した。表は、岩手県、宮城県、福島県で稼働・計画されている木質バイオマス発電である。こ

の三県で未利用材は、2020年には86万³も使われるようになった³⁾。林野庁による木材自給率向上の政策的取り組みなどもあり、東北地方における林業の活性化につながったと考えられる。

また、FIT制度により稼働した岩手県、宮城県、福島県でのメタン発酵ガス化発電は計5件、823kW、一般廃棄物発電は6件、13,137kWである³⁾。

これまで、日本では再生可能エネルギー=電力という認識が強かった。しかし、日本の最終エネルギー需要の半分は、熱である。日本では、エネルギー=(イコール)電力という先入観が強く、これまでエネルギー基本計画等においても、再生可能エネルギーの導入は、電力を主眼に議論されてきた。しかし、2050年カーボンニュートラルを目指す上で、一次エネルギー供給の半分弱、最終エネルギー需要の1/4にすぎない電力の再生可能エネルギー化のみでは実現不可能であり、熱利用や輸送部門での脱炭素化、再エネ化が必須である(図1)。

日本の現状の熱需要は、図2のような構成となっている。日本では、直接加熱、蒸気加熱の産業用熱利用の割合が多く、全体の55%を占めている。

さらに詳しく見ていくと、熱需要の種類によって使われる温度帯が異なる。暖房(空調)や給湯は50℃程度の低温で、太陽熱、地中熱、未利用熱でも供給できるが、それらでは100℃以上の高温をつくることは難しい(図3)。一方バイオマス熱は、低温から中高温まで比較的容易に供給することが可能である。

通常、産業用の熱利用は、石炭・石油ボイラーで供給されることが多いが、木質バイオマスボイラーの産業利用の事例もある。例えば、食品加工工場や製薬工場において、食品加工や滅菌などに使われている⁴⁾。木材加工や製紙工場での利用も多く、一次産品加工では有機系残渣のバイオマスを燃料に利用可能であることから、経済的合理性が高い。

ゆえに中高温を容易に使うことができるバイオマスは、発電や空調・給湯よりも産業用熱に振り向けるといった、再生可能エネルギーの特色ごとの振り分けが重要になってくると考えられる。

表2は、バイオマス発電と熱利用の比較である。熱利用は発電に比べ経済性の点で有望であり、発電では太陽、風力といった他の安価な再エネ電力の選択肢があるのに対し、中高温の熱を供給できる再生

表1 FIT後に導入された岩手・宮城・福島県における主な木質バイオマス発電事業

都道府県	市町村	事業主体	規模	規模 (kW)	稼働時期	FIT認定	備考
岩手県	大船渡市	大船渡バイオマス発電所	75,000	68,250	2020.1営業運転開始	一般木質	PKSほか 太平洋セメント、イーレックス
岩手県	釜石市	日本製鉄	149,000	596	2010年(FITへ移行)	未利用材	7,000tから4.8万tに増加
岩手県	花巻市	花巻バイオエナジー	6,250	6,250	2016.12稼働開始	未利用材	タケエイ。間伐材、一般木材
岩手県	一戸町	一戸フォレストパワー	6,250	6,250	2016.3稼働	未利用材	
岩手県	宮古市	ウツティかわい	5,800	5,800	2014.4稼働	一般木質	製材端材、未利用材
岩手県	野田村	野田バイオパワーJP	14,000	14,000	2016.8商業運転開始	一般木質	未利用材7万t、パーク1万t、剪定枝2万t、PKS4万t
岩手県	奥州市	奥州市	25		稼働	未利用材	
宮城県	仙台市	合同会社社の都バイオマスエナジー	74,950		2023.11稼働開始予定	一般木質	レノバ、ユナイテッド計画、住友林業 木質ペレット、PKS
宮城県	仙台市	恵和興業	40	40	17.4稼働	未利用材	ケイウ・エネルギーステーション仙台 Volter
宮城県	仙台市	住友商事	112,000		2025年10月稼働開始予定	一般木質	2103着工。混焼率30%から全量へ 森林認証木質ペレット、国産材
宮城県	富谷市	テクノシステム	590	590		未利用材	
宮城県	石巻市	日本製紙石巻エネルギーセンター	149,000	25,372	2018.3発電開始	一般木質	石炭混焼。木質バイオマス最大30%。未利用材、輸入木質ペレット
宮城県	石巻市	合同会社G-Bio石巻須江	102,750		2025.8稼働見込み	一般木質	モザンビーク産ボンガミア油、バーム油 G-Bioイニシアティブ
宮城県	石巻市	合同会社石巻ひばり野バイオエナジー	74,950		2023年運転開始予定	一般木質	レノバ 木質ペレット、PKS
宮城県	角田市	H.I.S. S U P E R 電力合同会社	41,100	41,100	2021.1営業運転開始	一般木質	バーム油
宮城県	気仙沼市	気仙沼地域エネルギー開発	800	800	2014年稼働開始	未利用材	ガス化コジェネ
宮城県	川崎町	県南エコテック	40		2018.11稼働	未利用材	未利用材
宮城県	芝田町	柴田クリーンエネルギー	80			未利用材	
宮城県	大崎市	サステナヴィレッジ鳴子	49		2021.11稼働		コジェネ。熱は住宅の冷暖房・給湯に利用
福島県	いわき市	常盤共同火力	1,200,000	10,800		一般木質	
福島県	いわき市	エイブルエナジー	112,000		2022.4運転開始予定	一般木質	エンビバ社木質ペレット約44万トン エイブル、関西電力、九電工
福島県	いわき市	I・P・O・ターボ&社ターボパワー小名浜	75,000	75,000	2021.4営業運転開始	一般木質	PKS、木質ペレット(北米、東南アジア、国産等)他32~35万トン
福島県	いわき市	ニューエナジー幹	66,018			一般木質	
福島県	いわき市	遠野興産	708	708	2018年6月完成		ターボデン社のORC
福島県	西郷村	藤田建設工業	49		2017.3稼働	未利用材	エントラーデ社の小型ガス化コジェネ ペレット
福島県	平田村	新電力開発株式会社	1,990			未利用材	
福島県	平田村	新電力開発株式会社	1,990			未利用材	
福島県	田村市	田村バイオマスエナジー	6,950	6,950	2021年春営業運転	未利用材	未利用材、一般木材 タケエイ
福島県	会津若松市	グリーン発電会津	5,700	5,700	2012.7稼働	未利用材等	廃熱でニシキゴイを養殖開始(2020.2)
福島県	郡山市	トモ・コーポレーション	45	45	稼働	未利用材	Spanerのコジェネ 700t程度
福島県	相馬市	相馬共同火力	2,000,000		2015.6本格発電開始予定		中国からのペレット
福島県	相馬市	相馬エネルギーパーク合同会社	112,000	35,840	2018.3運転開始	一般木質	木質ペレット34%混焼に成功
福島県	南相馬市	福島ミドリ安全	20	20		未利用材等	2014年度にバイナリー発電実証実験
福島県	南相馬市	東北電力	2,000,000		2015.4試運転		原町火力発電所に混焼。段階的に未利用材6万トン
福島県	浪江町	トーヨーエネルギーファーム	1,972		2021.1開始を目指す	未利用材	
福島県	矢祭町	イフコンピュータジャパン	45			未利用材	シュバナー
福島県	瑞町	ABCコンサルティング	9,900			未利用材	
福島県	棚倉町	シース	200	200			エントラーデ社ガス化コジェネ50kW×4台 木質ペレット
福島県	飯館村	飯館バイオパートナーズ	7,500		2024年春稼働予定		パーク主体9.5万トン

※網掛けはすでに稼働している事業

資源エネルギー庁 Web サイト, 報道資料等より NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク作成

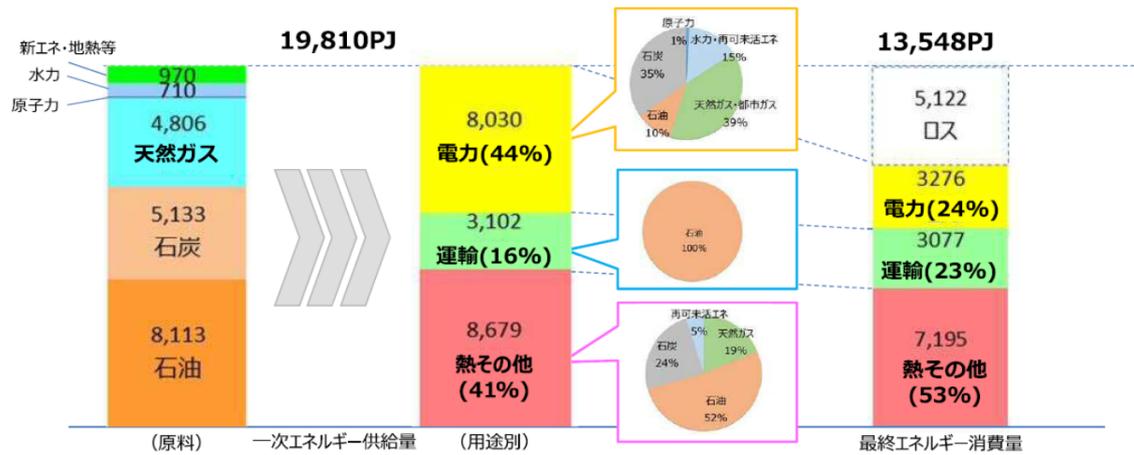


図1 わが国の一次エネルギー供給量・最終エネルギー消費量内訳 (2015年)

出所：経済産業省資料*

* https://www.pref.aichi.jp/san-kagi/shinene/suisozone/src/suisosyakai/suisosyakai20180525_enecho.pdf

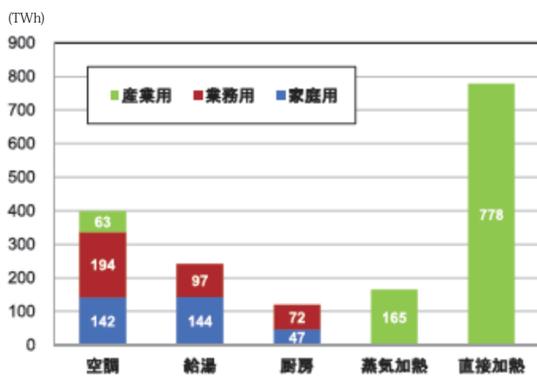


図2 日本の最終エネルギー需要に占める熱需要の用途 (2014年度)

出典：木質バイオマスエネルギーデータブック 2018

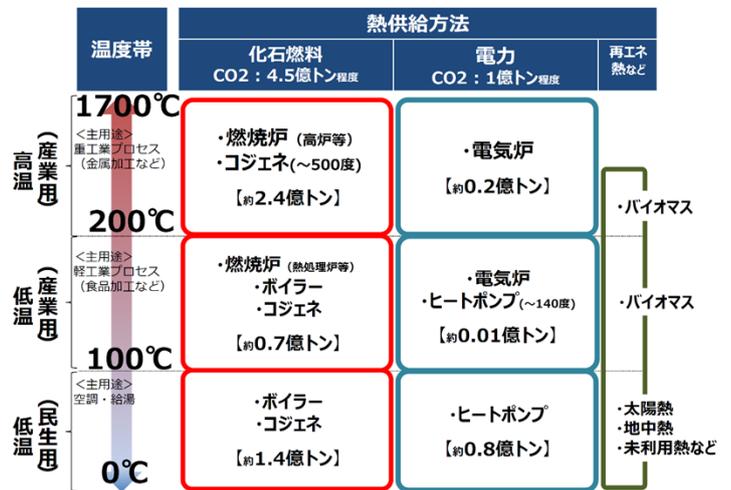


図3 熱の主な供給方法 出所：経済産業省資料

表2 バイオマス発電と熱利用の比較

	発電	熱利用
経済性	FIT等の支援がないと、廃棄物以外は厳しい	化石燃料に対し優位 (現状では導入費が高価)
希少性・代替性	太陽光・風力の発電コストが劇的に低下中	短中期的に中温以上の再エネ熱として貴重
温暖化対策効果	発電効率は概ね30%台以下、温暖化対策効果は限定的	利用効率90%以上も可能 他の再エネに匹敵する削減効果

可能エネルギーは、現状ではバイオマスにほぼ限られる。

その一方で、バイオマスの熱利用は、バイオマスボイラーが石油ボイラーに比較して高価であり、補助金なしでの導入は難しいのが実情である。だが、

現在のFIT制度では、2000kWの未利用木質バイオマス発電に対し、約3万トン/年の木質チップが使われ、20年間で86億円程度の賦課金が支払われる。一方、4000kWの産業用バイオマスボイラーを導入した事例では、2.5億円の補助金を得て導入され、

使われる木質チップの量は1.1万トン／年だが、2000kWのバイオマス発電の発電効率よりボイラー効率が3～4倍であることから、利用できる熱量はより大きく、CO₂削減効果もより大きい。3万トンの木質チップがあれば、こうしたバイオマスボイラーをあと2基程度導入できる計算になる。このように費用対効果等を精査しながら、限られた財源を振り向けるべきではないかと考えられる。

このように、今後は熱利用のないバイオマス発電から、産業用の中高温の熱利用あるいは熱電併給(高温～低温の熱のカスケード利用ができる)とより望ましい)へとシフトすべきであろう。

その点で、東北地方でも稼働しつつある、輸入バイオマス、特に自然林を皆伐しての木質ペレットを燃料とする大型バイオマス発電は、生物多様性、地域社会への恩恵、気候変動対策効果のいずれの点からも問題があり、早急に方向を転換する必要があると考えられる。

事例5：久慈バイオマスエネルギー

上記のような点を踏まえたとき、東北地方での今後の木質バイオマス利用の事例として示唆に富むのが、岩手県北部の久慈市で木質バイオマス熱供給施設の運営を行っている久慈バイオマスエネルギーである。

久慈バイオマスエネルギーの事業構想は、震災以前より始まっていた。地域の木質未利用資源の利用

について勉強会などを開催していたが、震災を経て、木質資源の供給側と熱を使う事業(シイタケ栽培)の双方での条件がかみ合い、2014年に着工、2016年から事業がスタートした。

同社では、地域の低質材を林家や製材業者から購入、樹皮も利用している。樹皮は従来、搬送・乾燥が困難なことおよび燃焼炉内にクリンカ(固まった灰)が発生しやすく活用が困難とされていたが、それらの課題対策を行い利用できるようになった。樹皮は発熱量が木部と遜色なく、安価で事業性にも貢献している。木質バイオマスを燃やして温水と蒸気をつくり、蒸気(高温熱)は菌床の殺菌に使い、温水は菌床しいたけ栽培ハウス60棟に供給している。シイタケ栽培には細かな温度管理が必要だが、ハウス空調制御・監視システムも開発し、事業性の確保に大きく役立った。蒸気ボイラー500kW、温水ボイラーが1,200kWで、ボイラーのプラントエンジニアリングは、東芝インフラシステムズが行った(写真5)。

排熱で木質チップを乾燥させ、市内の温水利用施設のボイラー向けに供給している。さらなる事業性の改善が課題だが、地域循環型の木質バイオマス熱供給事業の先進事例と言えよう。

このように、震災後、様々な施策や取り組みにより、被災地でバイオマス利用は市民権を得たといえる。しかし、一次産業への補助金事業で起こりがち



写真5 久慈バイオマスエネルギーのシイタケ栽培ハウスと木質バイオマス熱供給施設

だが、助成事業によって導入されたが、その後の検証が十分でなく、故障などによりそのまま放置されたり、化石燃料より手間がかかることから使われなくなることも生じている。

バイオマス発電よりも熱利用の方が利用効率が高く、温暖化対策効果も高いが、FIT 制度によって事業性が担保された木質バイオマス発電が増加する一方で、熱利用の普及は期待されていたよりも遅いようである。

以上のように様々な課題を抱えつつも、被災地におけるバイオマス利用はこの10年間で確実に前進しつつあると言えよう。

<注記>

本原稿は、バイオマス産業社会ネットワークが発行しているバイオマス白書2012～2021の内容を再構成し、新たに加筆したものである。

脚注

- 1) NPO 吉里吉里国 Web サイト
<http://kirikirikoku.main.jp/>
- 2) つながり・ぬくもりプロジェクト東北 Web サイト
<http://tsunagari-nukumori.mizunet.org/>

- 3) 令和2年木質バイオマスエネルギー利用動向調査結果
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokusitu_biomass/
- 4) 日本木質バイオマスエネルギー協会「木質バイオマスによる産業用等熱利用導入ガイドブック」<http://u0u1.net/qw50>

著者略歴



泊 みゆき (とまり みゆき)

NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク理事長。京都府京丹後市出身。日本大学大学院国際関係研究科修了。(株)富士総合研究所で10年以上、環境問題、社会問題についてのリサーチに携わる。2001年退職。

1999年、「バイオマス産業社会ネットワーク」を設立、共同代表に就任。2004年、NPO 法人取得にともない、理事長に就任。経済産業省バイオ燃料持続可能性研究会委員、関東学院大学非常勤講師ほか。著書に「バイオマス 本当の話」、「アマゾンの畑で採れるメルセデス・ベンツ」(共著)ほか。