

木質バイオマスをめぐる動向と課題

国立国会図書館 調査及び立法考査局
国会レファレンス課 諸橋 邦彦

目 次

はじめに

I 木質バイオマスとは

- 1 木質バイオマスの定義
- 2 木質バイオマスの利用状況
- 3 木質バイオマスの利用方法
- 4 木質バイオマスの市場形成に向けた原則・課題

II 我が国の森林及び林業・木材産業の現状

- 1 我が国の森林の現状
- 2 我が国の林業・木材産業の現状

III 我が国におけるバイオマス政策

- 1 初期における木質バイオマス関連の法政策
- 2 2008年以降における木質バイオマス関連の法政策

IV 木質バイオマス普及における諸課題と論点

- 1 林地残材の収集・運搬・活用について
- 2 FITにおける木質バイオマスの取扱い

V 地方自治体における木質バイオマス普及の取組み

- 1 岩手県の取組み
- 2 北海道下川町の取組み

おわりに

【要 旨】

近年、木質バイオマスのエネルギー面での利活用が注目度を高めている。その要因としては、平成24（2012）年7月から開始された固定価格買取制度（FIT）の対象に木質バイオマスが加えられたこと、再生可能にしてカーボン・ニュートラルな資源であること、生物多様性等の維持に寄与し得ること、地域の振興等に寄与することなどがあげられている。しかし、その利活用には、現状では活用がなされていない林地残材の収集・活用法など考慮ないし克服すべき課題も多い。本稿では、木質バイオマスのエネルギー源としての利用状況や関連法制・政策を整理し、それらを踏まえながら、今後の利活用に係る課題や自治体での事例を整理した。

はじめに

近年、木質バイオマスのエネルギー面での利活用が注目度を高めている。1つの大きな理由として、平成24（2012）年7月から開始された固定価格買取制度（FIT）の対象に木質バイオマス発電が含まれたこともあげられるが、それだけが背景ということとはできない。

木質バイオマスが注目される要因としては、①木質バイオマスが再生可能（非枯渇性）にしてカーボン・ニュートラル（ライフサイクルの中で、二酸化炭素の排出と吸収がプラスマイナスゼロのこと）な資源であるため、化石燃料の使用や有害な廃棄物の発生を抑制し得るということ、②木質バイオマスの持続可能な利用により、森林を含めた地域の環境を良好なものとし、生物多様性等の維持に寄与し得ること、③木質バイオマスは地域の広がりの中に賦存する資源であり、その利用は集積、加工（改質）、運搬等地域の雇用を生み、地域の振興、定住促進に寄与すること、④エネルギー利用を含む木質バイオマスの高度利用は先端技術が必要となるため、「グリーン・イノベーション」とも称される新たな産業技術を拓き、雇用の確保にも寄与することがあげられている⁽¹⁾。この他にも、東日本大震災の発生に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、原発による一極集中型のエネルギー供給のあり方やリスクの大きさが認識され、再生可能エネルギーの見直し・導入の推進が図られたという事情もある⁽²⁾。これらの背景から、木質バイオマスの利活用は様々な方面から期待が寄せられているところである。

しかし木質バイオマスの利活用につき、一方では困難も存在するのが現実である。現状では活用がほとんどなされていない林地残材の収集・活用法、事業の適切な実施、木質バイオマスを生み出す森林を経営・管理する担い手の確保、森林の持続可能な経営の必要性など、考慮ないし克服すべき課題は多い。

本稿では、木質バイオマスのエネルギー源としての利用方法や、関連する法制・政策を整理するとともに、それらを踏まえながら、今後の利活用に係る課題や自治体での事例を整理した。

(1) 福田隆政「第18章 木質バイオマス利用」遠藤日雄編著『改訂 現代森林政策学』日本林業調査会、2012、pp.294-295。

(2) 「特集1 木質バイオマス利活用の進め方—エネルギーから森林再生まで—」『地球温暖化』No.22、2012.11、p.9。

I 木質バイオマスとは

1 木質バイオマスの定義

「バイオマス」(biomass)とは、生物資源(bio)の量(mass)を表す言葉であり、「再生可能な、生物由来の有機性資源(化石燃料は除く)」のことをいう。その一種である木質バイオマスには、樹木の伐採や造材のときに発生した枝、葉などの「林地残材」、製材工場などから発生する樹皮やのこ屑などの「製材工場等残材」、土木工場の建設現場や住宅などを解体するときに発生する木材などの「建設発生木材」、街路樹の剪定枝などの種類がある(表1)。したがって、生産・加工、消費、廃棄過程で発生する副産物・廃棄物等が含まれ、その性状や用途は多様である。すなわち、一口に木質バイオマスといっても、発生する場所(森林、市街地など)や状態(水分の量や異物の有無等)が異なるので、それぞれの特徴にあった利用を進めることが重要となる。⁽³⁾

表1 木質バイオマスの種類

製材工場等残材	製材工場、合板工場、プレカット工場等の製造工程で発生する端材、樹皮、背板、のこ屑などの残材
建設発生木材	土木工場の建設現場や住宅などを解体するときに発生する木材、木くずで、型枠、足場材、内装・建具工事等の残材、伐根・伐採材等
未利用間伐材等(林地残材)	間伐や主伐により伐採された木材のうち、未利用のまま林地に残置されている未利用材、未木枝条(枝葉や梢)、松くい虫被害木等
その他	上記以外の木質バイオマスとして、道路支障木、ダム流木、公園樹・街路樹・果樹等の剪定枝、廃パレット等

(出典)「木質バイオマスとは」林野庁ホームページ <http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/con_1.html>; 岡村和哉「木質バイオマス利用の現状と展望」『資源環境対策』41巻11号, 2005.9, pp.34-35. に基づき筆者作成。

2 木質バイオマスの利用状況

現況では、木質バイオマスの国内発生量は約1550万トン(容積:約3875万 m^3)となる。その内の約44.6%に当たる692万トン(容積:1730万 m^3)が何らかの形で利用されている。

製材工場等残材については、現在では約95%が製紙原料、燃料用、家畜敷料等として利用されている。建設発生木材は、かつては約4割程度の利用率にとどまっていたものの、平成12(2000)年に制定された「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」(平成12年法律第104号。以下、「建設リサイクル法」という。)により再利用が義務づけられたことで利用が拡大した。現在では約90%が燃料用や製紙原料、木質ボード原料等として利用されるまでになっている(以上、次ページ表2参照)。

しかし林地残材については、現在もそのほとんどが利用されていない。そのため、更なる木質バイオマスの利用拡大には、林地残材の活用が重要な課題となっている。林地残材の未利用・未活用の理由としては、コストに見合い、また、競合材との対比で差別化できる商品形態が無いことが指摘されている。林地残材は、加工サイトから離れた森林という広がりの中に広く薄く分布しており、伐採・運搬・集積して利用するには、そのコストを負担できる商品形態が必

(3)「木質バイオマスとは」林野庁ホームページ <http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/con_1.html>; 福田 前掲注(1), p.293. なお、本稿におけるインターネット情報の最終アクセス日は2014年1月22日である。

表2 木質バイオマスの発生量と利用状況（推計）

	発生量	利用状況
製材工場等残材	約 850万m ³	約95%
建設発生木材	約1000万m ³	約90%
未利用間伐材等（林地残材）	約2000万m ³	ほとんど未利用

*製材工場等残材と未利用間伐材等は平成21年、建設発生木材は平成20年の推計値。

（出典）「木質バイオマスとは」林野庁ホームページ <http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/biomass/con_1.html>に基づき筆者作成。

要となるのである。⁽⁴⁾

3 木質バイオマスの利用方法

木質バイオマスの利用方法は、大きく分けてマテリアル利用とエネルギー利用に分類される。

マテリアル利用には、製紙用のチップやパーティクルボード⁽⁵⁾、ファイバーボード⁽⁶⁾等の原材料としての利用、土壌改良材や堆肥、家畜の敷料などがある。この他にも、プラスチック原料に木質バイオマスを混合することによってプラスチックの使用量を減らしたバイオプラスチックとしての利用も実用化している。⁽⁷⁾

エネルギー利用については、更に熱化学的変換と生物化学的変換に分けられ、特に前者の中には①直接燃焼、②ガス化、③炭化が含まれる。①は、薪・木質ペレット（木質バイオマスを細粒化し、それを棒状に固めて成形したもの）・チップ（木質バイオマスを破碎し、小片化したもの）を使用する形態であり、木質バイオマスを直接燃焼して熱を取り出す、あるいはボイラーを用いて発電を行うものである。②は、木質バイオマスを高温でガス化させ、そのガスを用いて発電や熱として利用する。③は、木質バイオマスを熱分解して炭を得るものである。生物化学的変換は、エタノール発酵が主体となっており、硫酸等を用いた前処理により、木質からリグニンを取り除き、糖化・発酵させてエタノールを得る。⁽⁸⁾

また、木材のマテリアル利用・エネルギー利用に際しては、「カスケード利用」を実施することが重要と指摘されている。カスケード利用とは、高レベルの利用から低レベルの利用へ、資源を一回きりでなく、使用後に性質が変化した資源や資源から生じた廃棄物も含めて「多段階（カスケード）」に活用していくことを意味する。すなわち環境負荷を低く抑え、多段階で経済的価値と雇用を創出することを狙うのである。そのため木質バイオマスの利用においては、木を燃焼させる等のエネルギー利用は、カスケードにおける最下段に位置することになる。⁽⁹⁾

(4) 福田 前掲注(1), p.301.

(5) 木材その他の植物繊維質の小片（パーティクル）に合成樹脂接着剤を塗布し、一定の面積と厚さに熱圧成形してできた板状製品のこと。財団法人日本木材総合情報センターホームページ <<http://www.jawic.or.jp/tech/syurui/syurui4.php>>

(6) 木材その他の植物繊維を主原料とし、これらをいったん繊維化してから成形した板状製品の総称。財団法人日本木材総合情報センターホームページ <<http://www.jawic.or.jp/tech/syurui/syurui5.php>>

(7) 山梨県森林環境部林業振興課『山梨県木質バイオマス推進計画』2009.3, p.6. 山梨県ホームページ <http://www.pref.yamanashi.jp/ringyo/mokuryu/biomass/documents/hyoshi_mokuji.pdf>

(8) 同上, pp.7-8.

(9) 池田憲昭, ミヒヤエル・ランゲ「木を直ぐに燃やしてしまうのはもったいない！—欧州の木質エネルギー利用から学べること—」『森林技術』No.846, 2012.9, p.21.

4 木質バイオマスの市場形成に向けた原則・課題

木質バイオマスについてその普及を推進し、更に市場形成にまで到達するためには、上記のような木質バイオマスの特性を踏まえつつ、慎重に長期的な計画やプラン等を立案し、運営していかなければならない。

この点につき、三菱UFJリサーチ&コンサルティングの相川高信研究員は、①森林・林業セクターの個別最適を追求するような考え方では持続性という観点を欠く、②電力会社や特定の発電分野等の「供給側の論理」ではなく、グローバルなエネルギー需給構造や地域社会の総合的なランドデザインの中でバイオマスの果たすことができる役割を見出す「需要側のアプローチ」が重要である、と指摘している。その上で、「山側（山村地域）の幸せ」につながるようなバイオマス利用及びプランニングの原則として、①熱利用をメインにしたプランニング、②地域で利用可能なバイオマスの洗い出し、③第一の選択肢は熱電併給方式（コジェネレーション）、④持続可能な森林経営に基づく燃料供給等を掲げている。⁽¹⁰⁾

また、岩手・木質バイオマス研究会代表（同研究会については後述）で、岩手県での木質バイオマス普及に携わった伊藤幸男・岩手大学准教授も、木質バイオマス市場を形成するために必要とされる原則や課題につき、表3のように整理している⁽¹¹⁾。

相川研究員と伊藤准教授が掲げた原則を比較すると、持続可能な森林経営、熱利用及び熱電

表3 「木質バイオマス市場を形成するために必要とされる原則や課題」（伊藤幸男岩手大学准教授による）

(1) 木材のカスケード利用が基本
木質バイオマスは、マテリアルとして十分利用した上でのエネルギー利用を原則とする。
(2) 燃料特性に応じた使い分けと市場育成
薪・チップ・ペレットなど燃料の特性に応じて無理のない利用を図る。
(3) 小規模分散型の熱利用を中心に
単位熱量に対して嵩が大きい木質バイオマスは、遠くに運ぶほど運搬コストが高い。また、熱は遠くに運べない。そのため、木質バイオマスは発生した場所で熱を中心に利用することが基本となる。これにより小規模分散型の排他的な地域市場を生み出すことができる。
(4) 担い手は地域資本で
木質バイオマスは単なる代替エネルギーではなく、地域経済への高い波及効果によって地域の自立化に貢献する重要な手段として機能させなければならない。
(5) 市場段階や地域の林業生産力水準に応じた取り組みを
発電をはじめとした大規模な利用から始めようとするのは大きなリスクと困難を伴う。また、市場の成長と林業生産力の向上は歩調を合わせなければならない。
(6) 地域の十分な合意形成
これまで存在しなかった市場を地域に新たに生み出すには、関係者の十分な合意形成に基づいた信頼関係の構築が不可欠である。
(7) 持続可能性
自然エネルギーは持続可能な社会を実現するための手段であるから、当然自然エネルギー自身が持続可能なものでなければならない。

(出典) 伊藤幸男「実践から見えてきた市場づくりとビジネス化の手法」『現代林業』554号, 2012.8, pp.24-27. に基づき筆者作成。

(10) 相川高信「山側に幸せをもたらすための木質バイオマス戦略の視点」『現代林業』554号, 2012.8, pp.14-19.

(11) 伊藤幸男「実践から見えてきた市場づくりとビジネス化の手法」『現代林業』554号, 2012.8, pp.24-27.

併給の優先並びに地域資本及び地域社会の重視といった点が共通している。

Ⅱ 我が国の森林及び林業・木材産業の現状

木質バイオマスの安定的な生産のためには、森林資源の持続可能な使用と森林を経営・管理する担い手の確保とが必要である。この章では我が国の森林資源や林業の現状について眺めてみる。

1 我が国の森林の現状

我が国の国土面積3779万haのうち、森林面積は2510万ha（国土面積の66%）となっており、このうち約41%に相当する1035万haが人工林、残りが天然林となっている。人工林の約43%はスギ、25%がヒノキとなっているが、北海道にはスギ、ヒノキがほとんどなく、カラマツやトドマツが主体となっている。すなわち人工林は圧倒的に針葉樹が多く、広葉樹はわずか2%程度で、椎茸のほだ木にするナラやブナが主体である。一方、天然林についても、その多くは「自然のまま」というわけではなく、里山の薪炭林から伐採した木の根株から「天然に」芽が出てくるのを利用して、次の代の林が仕立てられてきたものである。所有形態別にみると、森林面積の69%が民有林（私有林と公有林）、31%が国有林となっている。⁽¹²⁾

森林資源の蓄積量を見てみると、昭和20年代半ばから昭和40年代半ばにかけて、成長が早いスギ、ヒノキ等の針葉樹を中心に植栽が行われたこともあり、平成19（2007）年の森林の蓄積量は、天然林と人工林を合わせて、約44億 m^3 となっている。この蓄積量は、昭和41（1966）年の蓄積量約19億 m^3 の2倍以上である。人工林の齢級構成をみると、木材として本格的に利用可能となるおおむね50年生以上（高齢級）の林分が年々増加しつつある。平成19年3月末時点で高齢級の人工林は人工林面積の約35%であるが、10年後の平成29（2017）年には、人工林面積の6割に増加すると見込まれている。⁽¹³⁾

2 我が国の林業・木材産業の現状

(1) 林業生産の動向

我が国の「林業産出額」⁽¹⁴⁾は、昭和55（1980）年の約1.2兆円をピークに、長期的に減少傾向で推移しており、近年は約4000億円程度となっている。このうち、木材生産額は、昭和55（1980）年の約1兆円から、近年は、2000億円程度まで減少している。林業産出額全体に占める木材生産額の割合は、昭和55（1980）年には84%であったが、平成14（2002）年以降は、5割程度に低下している。⁽¹⁵⁾

(12) 林野庁『平成24年度 森林及び林業の動向』2013, p.85; 永田信「第1章 世界と日本の森林・林業」遠藤日雄編著『改訂 現代森林政策学』日本林業調査会, 2012, p.27.

(13) 林野庁 同上, p.86.

(14) 国内における木材、栽培きのこ類、薪炭等の林業生産活動による生産額の合計のこと。

(15) 林野庁 前掲注(12), p.125.

(2) 素材生産の動向

国産材価格についてみると、平成24（2012）年の素材価格は、スギが11,400円/m³、ヒノキが18,500円/m³となっている。昭和55（1980）年のピーク時と比較すると、スギは39,600円/m³から72%、ヒノキは76,400円/m³から76%の下落となっている⁽¹⁶⁾。「山元立木価格」⁽¹⁷⁾で見ても、平成24（2012）年はスギが2,600円/m³、ヒノキが6,856円/m³であり、昭和55（1980）年のピーク時と比較すると、スギが89%、ヒノキが84%の大幅な下落となっている⁽¹⁸⁾。このような山元立木価格の下落により、育林過程全体でみると、主伐の立木の販売による収入では育林経費を賄うことができない状況にあるとされる⁽¹⁹⁾。また、採算をとるために伐採面積を2～3倍に拡大しても、再造林はできないという状況になってしまい、伐採跡放置林地の増加につながるとの指摘もある⁽²⁰⁾。

(3) 木材需給構造

我が国の木材需要量（用材）は、昭和48（1973）年に過去最高の1億1758万m³を記録し、その後は1億1000万～9000万m³で推移していた。しかし平成8（1996）年以降、木材需要量は減少傾向となり、特に、平成20（2008）年秋以降の急速な景気悪化の影響により、平成21（2009）年の木材需要量は、前年比19%減の6321万m³となり、昭和38（1963）年以来46年ぶりに7000万m³を下回った（平成23（2011）年は7273万m³で7000万m³台を回復）⁽²¹⁾。木造住宅の着工戸数が、昭和48（1973）年に112万戸を記録した後、平成21（2009）年には43万戸まで減少したことが響いている⁽²²⁾。また、外国を含めた世界木材需給構造において、従来は日本が木材利用のイニシアチブを發揮していたが、現在は中国など新興国の需要が大きく伸びている⁽²³⁾。

その一方で、我が国における国産材（用材）の供給量は、昭和42（1967）年の5274万m³をピークに減少傾向で推移してきたが、最近では、平成14（2002）年の1608万m³を底として増加傾向にある。平成23（2011）年の国産材供給量は、1937万m³であった⁽²⁴⁾。また、我が国の木材輸入量（用材）は、国内における木材需要の減少や木材輸出国における資源的制約等により、平成8（1996）年の9001万m³（丸太換算、以下同じ。）をピークに減少傾向で推移している。平成23（2011）年の木材輸入量は、5336万m³であった⁽²⁵⁾。これらの結果、平成23（2011）年における我が国の木材自給率は26.6%に回復している（昭和30年の木材自給率94.5%から減少傾向にあった。過去最低は、平成12（2000）年と平成14（2002）年の18.2%）⁽²⁶⁾。

(4) 林業就業者の減少及び高齢化

林業労働力の動向を国勢調査における林業就業者数に拠って眺めると、長期的に減少傾向で

(16) 同上

(17) 林地に立っている樹木の価格で、樹木から生産される丸太相当材積（利用材積）当たりの価格で示される。山元立木価格は、市場での丸太売渡価格（素材価格）から伐採・運搬等にかかる経費（素材生産費等）を控除することにより算出され、森林所有者の収入に相当する。

(18) 林野庁 前掲注(12), pp.125-126.

(19) 同上, p.126.

(20) 宮林茂幸「FIT制度による新たな山村振興への途（みち）は」『森林技術』No.846, 2012.9, p.9.

(21) 林野庁 前掲注(12), p.171.

(22) 同上, p.172.

(23) 宮林 前掲注(20), pp.9-10.

(24) 林野庁 前掲注(12), p.167.

(25) 同上, p.168.

(26) 同上, p.170.

推移しており、昭和40（1965）年の約28万2千人に対して平成17（2005）年には約4万7千人と約6分の1にまで落ち込んでいた。また、65歳以上の就業者の割合を示す高齢化率は、平成17（2005）年に26%となっていた。この数字は、当時における全産業の高齢化率である9%と比べて著しく高い。従来の林業は労働集約的であり、かつ「3K」すなわち「危険、汚い、きつい」と言われるような過酷な作業が多いので、高齢化は深刻な問題である⁽²⁷⁾。

しかし、林業就業者数や高齢化率については、平成17年を底とする形となり、平成22年の林業就業者数は約6万9千人、高齢化率は18%と改善傾向が顕著である。特に、林業就業者数のうち若年者率（35歳未満の年齢層）については、平成2（1990）年以降上昇傾向で推移しており、平成22（2010）年には17.6%となった。全産業の若年者率26.7%と比べると低いものの、漁業の12.6%、農業の7.2%よりは高い。これら動向の要因として、例えば高知県などからは、林業労働力確保支援センターによる新規就業希望者への広報活動、「緑の雇用」⁽²⁸⁾事業の実施、間伐等の積極的な推進による事業量の増加等が指摘されている⁽²⁹⁾。

（5）林業経営

上記のように木材の価格が低迷していることもあって、林家（森林所有者）の大半が林業以外で生計を立てているのが現状である。農林水産省の「林業経営統計調査」によると、山林を20ha以上保有し家族経営により一定程度以上の施業を行っている林業経営体の場合、平成20（2008）年度の年間林業粗収益は178万円で、林業粗収益から林業経営費を差し引いた林業所得は10万円であった⁽³⁰⁾。林家による施業は間伐と保育が中心となっており、主伐を実施する意欲は低い。また、山林の保有規模が小さい林家は、施業に対する意欲が低い傾向にあり、林業経営を行う場合でも、林業事業体に施業等を委託することが一般的となっている⁽³¹⁾。

株式会社金澤林業の代表取締役で、岩手・木質バイオマス研究会顧問を務める金澤滋氏は、森林所有者が単独で森林整備をして木材を生産する体力は残っていないのが実情であるため、素材生産者を教育してレベルアップしなければ日本の森林を整備できないと指摘している⁽³²⁾。また、技術者を育成する一方で、財務諸表を読むこと、銀行融資の獲得手段を知ること、労災防止を徹底すること等に加え、地域における異業種との交流ができる経営者を育てることが重要であるとしている⁽³³⁾。

(27) 金野和弘「森林施業における「土佐の森方式」の可能性 一大規模集約化施業との対比において」『総合政策論叢』23号, 2012.3, p.15.

(28) 平成13（2001）年に、地方版セーフティーネットとして和歌山県と三重県が政府に向けて共同提言し、同年の補正予算で具体的に事業化されたものである。事業目的は、荒廃の進む森林の環境整備を行うことで、山村地域に新しい雇用の場を創出し、若年者の移住を促すことで、過疎化・高齢化に悩む山村地域の活性化を図ることにある。和歌山県ホームページ <<http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070600/midokoyo/midori2.html>>

(29) 林野庁 前掲注(12), p.137.

(30) 同上, p.129.

(31) 同上, pp.130-131.

(32) 金澤滋「木質バイオマスの利用と林業の課題」『国民と森林』123号, 2013. 新春, p.14.

(33) 同上, p.15.

Ⅲ 我が国におけるバイオマス政策

1 初期における木質バイオマス関連の法政策

初期における木質バイオマスに関連する法律としては、「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」(平成9年法律第37号)、建設リサイクル法(前出)、「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」(平成14年法律第62号)などがあげられる。しかし福田隆政・日本林業調査会業務執行理事によれば、これらの法律により、建設発生木材の利活用は進展したが、林地残材など未利用資源の利活用の面では、効率的な収集システムの未整備や木材価格等の低迷により見るべき成果は上がらなかったとされる⁽³⁴⁾。

木質バイオマスに関連する政策としてその嚆矢となったのは、平成14(2002)年12月27日に閣議決定された「バイオマス・ニッポン総合戦略」⁽³⁵⁾である。地球温暖化防止、循環型社会形成、産業育成、農林漁業・農山漁村の活性化に向けて、バイオマスをエネルギーや製品として総合的に最大限利活用し、持続的に発展可能な社会「バイオマス・ニッポン」を早期に実現することを目的とした政策であった。このバイオマス・ニッポン総合戦略に基づき、平成16年3月24日には関係各府省により「バイオマスタウン構想基本方針」⁽³⁶⁾が合意された。

また、平成13(2001)年の第151回国会において、21世紀の国家社会における森林・林業の位置づけを基本理念として明確化し、新たな政策を展開していくためとして、林業基本法が改正され、法律の名前も新しく「森林・林業基本法」とされた。同年10月26日には、我が国の森林・林業施策の基本方針を定める「森林・林業基本計画」が同法に基づき閣議決定されている。

「森林・林業基本計画」においては、木質バイオマスをエネルギーや製品として有効利用することは、森林の整備や保全につながるばかりでなく、循環を基調とする社会経済システムの実現にも資するとの文言が盛り込まれている。また、林地残材や建設発生木材等を木質バイオマスエネルギーとして活用することにより、化石燃料の使用を抑制できることから、その多角的利用は地球温暖化の防止に貢献するものと位置づけている。なお「森林・林業基本計画」は、森林・林業をめぐる情勢の変化等を踏まえ、おおむね5年ごとに変更することとされている。

2 2008年以降における木質バイオマス関連の法政策

(1) 農林漁業有機物資源のバイオ燃料の原材料としての利用の促進に関する法律

平成20(2008)年、国産バイオ燃料の生産の拡大を推進する法律上の仕組みとして、「農林漁業有機物資源のバイオ燃料の原材料としての利用の促進に関する法律」(平成20年法律第45号)が制定された。

この法律の目的は、農山漁村には「地域資源」であるバイオマスが豊富に存在することから、これらのバイオマスを活用してバイオ燃料を製造し、農林漁業の持続的かつ健全な発展、エネルギー供給源の多様化に寄与することにある。この法律は、農林漁業者によるバイオ燃料製造

⁽³⁴⁾ 福田 前掲注(1), p.298.

⁽³⁵⁾ その後、平成18(2006)年3月31日に改訂されている。農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp/j/biomass/pdf/h18_senryaku.pdf>

⁽³⁶⁾ 農林水産省「プレスリリース バイオマスタウン構想の募集について」2004.8.30. 農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp/j/biomass/b_town/pdf/town_bosyu.pdf>

の取組みを支援するものであり、木質バイオマス関連では、①木質固形燃料製造の取組み、②木炭・木質バイオマスガス製造の取組み、③バイオマスの生産・バイオ燃料製造の高度化に資する研究開発（木質バイオマスからのエタノール製造等）が対象として想定されている⁽³⁷⁾。

(2) バイオマス活用推進基本法

平成21（2009）年に「バイオマス活用推進基本法」（平成21年法律第52号）が制定された。この法律は、バイオマスの活用の推進に関する基本理念を定め、国や地方公共団体等の責務を明らかにするとともに、施策の基本となる事項を定めること等により、バイオマスの活用の推進に関する施策を総合的かつ計画的に推進することを目的としている。また政府は、本法に基づきバイオマス活用推進会議を設け、バイオマスの活用の総合的、一体的かつ効果的な推進を図ることとしている。なお同法第20条に基づき、後述する「バイオマス活用推進基本計画」が国により策定されることになった。

(3) 森林・林業再生プラン

平成21（2009）年12月25日、農林水産省は、今後10年間を目途に、路網（森林内の公道・林道・作業道等の総称）の整備、森林施業の集約化及び必要な人材育成を軸として、効率的かつ安定的な林業経営の基盤づくりを進めるとともに、木材の安定供給と利用に必要な体制を構築し、我が国の森林・林業を早急に再生していくための指針として「森林・林業再生プラン—コンクリート社会から木の社会へ—」⁽³⁸⁾（以下、「再生プラン」という。）を公表した。

この再生プランにおける基本認識の一環として、木材を化石資源の代わりに、マテリアルやエネルギーとして利用し、地球温暖化防止に貢献することが掲げられている。3つの基本理念のうち「理念3：木材利用・エネルギー利用拡大による森林・林業の低炭素社会への貢献」においても、木材をマテリアルからエネルギーまで多段階に利用することにより、化石資源の使用削減に貢献し、低炭素社会の実現に貢献することが盛り込まれた。

(4) 森林・林業基本政策検討委員会 最終とりまとめ

再生プランの内容の実現に向けたより具体的な施策を推進するために、平成22（2010）年1月19日に、農林水産大臣を本部長とする「森林・林業再生プラン推進本部」が設置された。更に、推進本部の下に設置された「森林・林業基本政策検討委員会」において、具体的な施策の検討が行われ、同委員会は同年11月に「森林・林業基本政策検討委員会 最終とりまとめ 森林・林業の再生に向けた改革の姿」⁽³⁹⁾（以下、「最終とりまとめ」という。）を公表した。

この最終とりまとめで掲げられた6項目の改革内容の1つに、「国産材の効率的な加工・流通体制づくりと木材利用の拡大」が含まれている。この項目において、木材利用の拡大の一環として「木質バイオマスの総合利用」が言及されている。具体的な内容は、①木質系材料の利用とともに、エネルギー利用・熱利用も推進するなど木質バイオマスの総合利用を図る、②「再生可能エネルギーの全量買取制度」導入に向けて、関係府省と連携を図り、木材のカスケード

⁽³⁷⁾ 「バイオ燃料の製造を支援します！ 農林漁業バイオ燃料法」農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp/j/pr/annual/pdf/120618_shoku_baio.pdf>

⁽³⁸⁾ 林野庁ホームページ <<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/saisei/pdf/saisei-plan-honbun.pdf>>

⁽³⁹⁾ 林野庁ホームページ <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/saisei/pdf/dai3kai_suisinhonbu_siryoul.pdf>

利用を基本とした間伐材等の利用促進方策を検討する、③木質バイオマスに係る低コスト生産・新用途の研究・技術開発を推進する、④木質バイオマス利用の仕組みづくりと着実な普及体制の整備を推進するとともに、木質バイオマス利用に対するインセンティブ付与への取組みを強化する、となっている。

(5) 公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律

平成22（2010）年5月、「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」（平成22年法律第36号。以下、「公共建築物等木材利用促進法」という。）が制定された。この法律の趣旨は、木材の利用の確保を通じた林業の持続的かつ健全な発展を図り、森林の適正な整備及び木材の自給率の向上に寄与するため、農林水産大臣及び国土交通大臣が策定する公共建築物における国内で生産された木材その他の木材の利用の促進に関する基本方針について定めるとともに、公共建築物の建築に用いる木材を円滑に供給するための体制を整備する等の措置を講ずることにある⁽⁴⁰⁾。

その一方で同法は、第3章を「公共建築物における木材の利用以外の木材の利用の促進に関する施策」とし、第19条と第20条において国及び地方自治体が木質バイオマス利用の研究開発推進等の必要な措置を講ずるよう努めるものとするを定めている。具体的には、第19条においては木質バイオマスの製品利用（マテリアル利用）に係る研究開発、第20条においては木質バイオマスのエネルギー利用に係る研究開発について規定している。なお同法7条に基づき、(6)の「公共建築物における木材利用の促進に関する基本方針」が策定された。

(6) 公共建築物における木材の利用の促進に関する基本方針

(5)の公共建築物等木材利用促進法に基づき、平成22（2010）年10月4日に、農林水産省・国土交通省告示第3号として「公共建築物における木材の利用の促進に関する基本方針」⁽⁴¹⁾が定められた。

この基本方針では、木質バイオマスを燃料とする暖房器具やボイラーの導入について、木質バイオマスの安定的な供給の確保や公共建築物の適切な維持管理の必要性を考慮しつつ、その促進を図るものとするのが、木材利用促進のための施策の具体的方向として明記された。国が整備する公共建築物における木材の利用の目標としても、暖房器具やボイラーを設置する場合は、木質バイオマスを燃料とするものの導入に努めることが掲げられている。ただし、これら設備の導入に当たっては、導入自体や燃料調達のコストのみならず、燃焼灰の処分を含む維持管理に要するコスト及びその体制についても考慮する必要があることも指摘されている。

(7) バイオマス活用推進基本計画

(2)のバイオマス活用推進基本法に基づき、平成22（2010）年12月17日に「バイオマス活用推進基本計画」⁽⁴²⁾が閣議決定された。

この推進基本計画は「基本的な方針」として、バイオマス供給者である農林漁業者、バイオ

(40) 「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律について」林野庁ホームページ <<http://www.rinya.maff.go.jp/j/riyou/koukyou/pdf/sokusin1.pdf>>

(41) 国土交通省ホームページ <<http://www.mlit.go.jp/common/000125944.pdf>>

(42) 農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp/j/pr/annual/pdf/kanba_01.pdf>

マス製品の製造事業者、地方公共団体、関係府省等が一体となって、バイオマスの最大限の有効活用を推進するとしている。また、国が2020年までに達成すべき目標として、600市町村においてバイオマス活用推進計画が策定されること、バイオマスを活用する約5000億円規模の新産業を創出すること、炭素量換算で約2600万トンのバイオマスを活用すること等を掲げている。特に林地残材については、利用率を現状のほぼ未利用から約30%以上に高めることが提示されており、バイオマス活用における重要課題と位置づけられている。

(8) 森林・林業基本計画（2011年）

平成23(2011)年7月26日、林政審議会からの答申に基づき改訂された「森林・林業基本計画」⁽⁴³⁾が閣議決定された。

この計画における木質バイオマス関連部分は、前述の再生プランや最終とりまとめが反映されたものとなっているが、それに加えて、同年3月11日の東日本大震災に係る影響・課題も盛り込まれている。具体的には、木質系震災廃棄物を含め再生可能なエネルギー資源である木質バイオマス資源の活用により、被災者等の雇用の創出や森林資源を活かした環境負荷の少ない新しいまちづくりに貢献していくとともに、将来的に持続可能な林業経営・エネルギー供給体制を構築していくことが掲げられている。

木材バイオマスの利用については、具体的な利用の前提として、製材・合板用材とともにチップ用材等を同時に搬出するなど、林地に放置され未利用となっている間伐材や里山林等の広葉樹資源を効率的に収集・運搬する体制の整備を進めることに言及している。また、平成32(2020)年において総需要量に占める国産材利用量の割合が50%になると見込んだ上で、同年のパルプ・チップ用材の利用量目標1500万 m^3 の内600万 m^3 については、パーティクルボード等木質系材料としての利用や木質バイオマス発電等エネルギー源としての利用を見込んでいる。

(9) 固定価格買取制度（FIT）

平成23(2011)年8月、「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」(平成23年法律第108号)が成立し(以下、「再生可能エネルギー特別措置法」という。また、同法により「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」は廃止)、翌平成24(2012)年7月1日より、同法に基づく再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)が開始された。

FITは、再生可能エネルギー源(太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス)を用いて発電された電気を、一定の期間、一定の価格で電気事業者が買い取ることを義務づけるものである。買取価格は、再生可能エネルギー源の種別、設置形態、規模等に応じて、調達価格等算定委員会の意見、関係大臣(農林水産大臣、国土交通大臣、環境大臣、消費者担当大臣)への協議を踏まえて経済産業大臣が告示する。平成24年度の買取価格・期間については、平成24年6月18日に告示された(平成24年経済産業省告示第139号)。買取価格については、発電に通常要する費用や発電事業者が受けるべき適正な利潤等を勘案して定めることとされている。

FITにおける木質バイオマス発電の取扱いに係る詳細は、後述する。

(43) 林野庁ホームページ <<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/plan/pdf/kihonkeikakuhontai.pdf>>

(10) バイオマス事業化戦略

バイオマス活用推進基本計画に掲げる目標の達成に向け、官民連携で技術開発・実証・普及等の取組みが実践されてきたが、事業化に向けた課題（技術、原料、販路）が明らかになり、バイオマス利用技術の開発が進んだ一方で、技術の到達レベルの横断的な評価が未だなされていないことも、政府は認識していた。また、東日本大震災・原発事故を受け、新たなエネルギー政策及び地球温暖化対策の策定に向けた議論が行われる中で、再生可能エネルギーの1つとして地域の未利用資源であるバイオマスを利用した分散型エネルギー供給体制の構築を進めることが課題となっていた。

このような状況を踏まえ、平成24（2012）年2月、バイオマス活用についての関係府省（内閣府、総務省、文部科学省、農林水産省、経済産業省、国土交通省、環境省）の連携の下、バイオマス活用技術の到達レベルの横断的な評価と事業化に向けた戦略の検討を行うため、バイオマス活用推進基本法に基づき設置されている「バイオマス活用推進会議」（以下、「推進会議」という。）の下に「バイオマス事業化戦略検討チーム」が設置された。検討チームにおける議論を経た同年9月6日に、推進会議は「バイオマス事業化戦略」⁽⁴⁴⁾を決定した。

バイオマス事業化戦略の内容は、①多種多様なバイオマス利用技術の到達レベルや実用化の見通し等を整理した「技術ロードマップ」の作成、②技術ロードマップに基づく技術とバイオマスの選択と集中による事業化の推進、③事業化推進のため、原料調達「入口」から販路確保の「出口」までの主要項目ごとの戦略の整理、④7府省連携で地域のバイオマスの産業化を目指す「バイオマス産業都市の構築」の提示となっている。

(11) 木材利用ポイント

平成24（2012）年度補正予算では、「木材利用ポイント制度」のために410億円の予算措置がなされた⁽⁴⁵⁾。この制度の目的は、地域材の適切な利用により、森林の適正な整備・保全、地球温暖化防止及び循環型社会の形成に貢献し、農山漁村地域の振興に資することにある。翌平成25（2013）年度から開始され、対象地域材を活用した木造住宅の新築等、内装・外装の木質化工事、木材製品等の購入の際に、木材利用ポイントを付与し、地域の農林水産品等と交換できるものとなっている。なお、この木材利用ポイント発行の対象には、「木質ペレットストーブ・薪ストーブの購入」が含まれている⁽⁴⁶⁾。

なお、本章において言及したバイオマスの利活用に関する法律・政策を年表として整理すると、前ページ表4のとおりになる。

(44) 農林水産省ホームページ <<http://www.maff.go.jp/j/press/shokusan/bioi/pdf/120906-02.pdf>>

(45) 「平成24年度補正予算の概要 木材利用ポイント」林野庁ホームページ <http://www.rinya.maff.go.jp/j/rinsei/yosankesan/pdf/24_hosei3.pdf>

(46) 「木材利用ポイントとは？」木材利用ポイント事務局ホームページ <<http://mokuzaipoints.jp/about/index.html>>

表4 バイオマスの利活用に関する法律・政策

平成9(1997)年	「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」
平成12(2000)年	「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」
平成13(2001)年	「森林・林業基本法」 「森林・林業基本計画」
平成14(2002)年	「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」(2011年廃止) 「バイオマス・ニッポン総合戦略」
平成20(2008)年	「農林漁業有機物資源のバイオ燃料の原材料としての利用の促進に関する法律」
平成21(2009)年	「バイオマス活用推進基本法」 「森林・林業再生プラン」
平成22(2010)年	「森林・林業基本政策検討委員会 最終とりまとめ」 「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」 「公共建築物における木材の利用の促進に関する基本方針」 「バイオマス活用推進基本計画」
平成23(2011)年	「森林・林業基本計画」改定 「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」
平成24(2012)年	再生可能エネルギーの固定価格買取取制度(FIT)開始 「バイオマス事業化戦略」
平成25(2013)年	木材利用ポイント制度開始

(出典) 筆者作成。

Ⅳ 木質バイオマス普及における諸課題と論点

我が国において、木質バイオマスに限らずバイオマスの利活用は、依然として低調であることは否定できない。平成23(2011)年2月15日に総務省が公表した『バイオマスの利活用に関する政策評価〈評価及び勧告〉』は、「バイオマス・ニッポン総合戦略」が策定されて以降に国が1374億円以上を投資してきたにもかかわらず、ほとんどのバイオマス政策について効果がほとんど上がっておらず、多数の課題があることを指摘した。具体的には、①政策全体のコスト(決算額)、②バイオマス関連事業の効果(アウトカム)、③バイオマスタウン構想の進捗状況、④バイオマスの利活用現場(バイオマス関連の施設)におけるCO₂削減効果等、政策の有効性や効率性を検証するためのデータがこれまで十分把握されていなかったことが明らかになった、としている。⁽⁴⁷⁾

本章では、木質バイオマスの普及における課題の中でも、特に議論ないし批判が生じているものとして、①林地残材の収集・運搬方法、②FITにおける木質バイオマスの取扱いについて取り上げる。

1 林地残材の収集・運搬・活用について

(1) 大規模施業・施業集約化

ほとんどが未利用となっている林地残材を活用するためには、当然ながらそれらの収集・運搬のシステムを整備することが重要となる。

この点につき、バイオマス活用推進基本計画は、「路網整備、高性能林業機械の開発・導入の促進、施業の集約化等の生産基盤の整備、低コスト・効率的な収集・運搬システムの構築により、木材の安定供給体制を確立する」⁽⁴⁸⁾との文言を盛り込んでいる。それ以前に定められた

(47) 総務省ホームページ <http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/39714.html>

(48) 農林水産省『バイオマス活用推進基本計画』2010, p.19.

再生プランにおいても、すでに「森林の整備や木材生産の効率化に必要な、路網と林業機械を組み合わせた作業システムの導入」を掲げていた。更に最終とりまとめにおいては、「施業集約化や路網整備、機械化の立ち後れ等による林業採算性の低下」こそが、森林所有者の林業離れやそれに伴う森林資源の荒廃の原因であるとされており、林業採算性の向上こそが重要課題であると位置づけている⁽⁴⁹⁾。

これらを踏まえるならば、バイオマス活用推進基本計画などにより政府が推進しようとしている林地残材の収集・運搬方式は、やはり大規模施業や施業集約化の方向に沿う形を目指しているものと考えられよう。なお、このような大規模施業や施業集約化のモデルケースとしては、京都府日吉町森林組合での取組みが注目されている⁽⁵⁰⁾。

しかし、大規模施業や施業集約化については課題や問題点が指摘されている。例えば、①大規模施業に必要な高性能林業機械は1台で数百～1千万円強のコストがかかり、それらを複数台組み合わせる必要があるため、合計投資額が数千万円に上る、②高性能林業機械による施業のためには、丈夫で高密度の路網の作設が不可欠であり、かつ、大型の機械を稼働させるための作業場所を確保しなければならないなど、森林や山に優しくない施業となる、③大規模施業は所有と施業を分離する傾向が強く、所有者の利益を優先して、長期的視点に立った施業では無く目先の効率性（作業のしやすさ・時間短縮）や収益性を重視した「粗い」施業になりやすい、④森林の集約化等を進めるための専門的知識や高性能林業機械を操作するための高度なスキルを身に付けた就業者や企業しか従事できず、林業への参入障壁を高めてしまう⁽⁵¹⁾、⑤架線集材による全木集材では端材が1か所に集まるが、効率化を優先した機械化による全幹集材では残材が広く伐採現場に放置される⁽⁵²⁾等の指摘がなされている。

(2) 「土佐の森方式」

上記のような大規模施業・施業集約化による収集・運搬方式とは異なる考え方として、NPO法人「土佐の森・救援隊」（高知県いの町）が実施している「土佐の森方式」が注目されている。専業では生計を立てられない林家が、林地残材収集運搬システムを活用しながら副業として従事する林業を「副業型自伐林家的林業」と呼ぶことがあり、「土佐の森方式」は、その代表例である。土佐の森方式は、導入地域によって多少の違いはあるものの、大まかな仕組みは以下のとおりである。

まず、林家と「土佐の森・救援隊」が森林整備協定を結ぶ。林家は、他の林家や森林ボランティアと共同で間伐や材木の搬出を行う。伐採に使用するチェーンソー等の軽機材以外に、130万円程度の林内作業車と20万円の「土佐の森方式 軽架線キット」、それと軽トラックなどの搬出用車両があれば、間伐材の収集・運搬を行うことができる⁽⁵³⁾。そのため、高性能林業機械を使用する場合と比べると森林や山への負担は少なく、また、修得すべき技術のレベルも

(49) 森林林業基本政策検討委員会『森林・林業基本政策検討委員会 最終とりまとめ 森林・林業の再生に向けた改革の姿』2011, p.1.

(50) 「8. 日吉町森林組合の取り組み」『バイオマス白書2010』NPO法人バイオマス産業社会ネットワークホームページ <http://www.npobin.net/hakusho/2010/topix_08.html>

(51) 金野 前掲注(27), pp.20-22.

(52) 架線集材では、伐採した木をそのまま吊り上げて土場に運び、土場で根株や梢、枝条を切り落とす。一方の機械化による集材では、山に作業道を入れて伐採直後に機械で枝払いと玉伐り（規定の寸法に切断して素材用の丸太とすること）まで行うことが多い。田中淳夫「みどり作る人々 第18回(株)井裕林産 井裕啓次社長 林地残材を集めて森をきれいに」『グリーンパワー』No.402, 2012.6, p.15.

(53) 金野 前掲注(27), p.20.

高くない。

搬出した間伐材は、建築用材になるA材、合板用材や木工用材向けのB材、端尺材や枝葉などの林地残材のC材に分類される。A材、B材の売上は、作業にかかる経費を引いた後、山林の所有者に支払われる。一方、所有者以外の作業従事者には、C材の売上が分配される。C材は薪として販売されるが、売却価格1t当たり3,000円程度でしかなく、これのみでは労力に見合った収益を確保できない。そこで地域通貨「モリ券」がC材の売上に上乗せして作業従事者に支払われる。「モリ券」とは、「土佐の森・救援隊」の活動に賛同した地元企業の協賛金や森林環境税、排出権取引収入、自治体の地域振興費等を原資に「土佐の森・救援隊」が発行している地域通貨であり、協賛した地元企業等で商品やサービスと交換できる。「土佐の森・救援隊」は、「C材で晩酌を！」を合言葉に掲げて土佐の森方式を推進しているが、この合言葉は「生計は立てられないかもしれないが、林地残材を収集し搬入することで晩酌代くらいは稼ごう」という意図で作られたものである。⁽⁵⁴⁾

その一方で土佐の森方式については、①補助金・助成事業・環境税等の公的支援を活用しなければ持続的運用が難しい、②施業の規模は小さく実施進度は遅い、③林地残材の引受先がなければ林地残材を収益化することができず、土佐の森方式が成立しない、④「土佐の森・救援隊」のような推進組織の存在が不可欠となるなど、一定の条件ないし課題も存在している⁽⁵⁵⁾。しかしながら大規模施業・施業集約化に比較すると初期投資を低く抑えることができ、森林の持続可能性・保全等に有利であり、また、地域通貨を通しての地域振興貢献という面もあることから、林業振興に悩む全国の各地域から注目を集めている⁽⁵⁶⁾。

2 FITにおける木質バイオマスの取扱い

平成24年6月の経済産業省告示によれば、平成24年度のバイオマス発電の調達区分・調達価格（買取価格）・調達期間は、次ページ表5のとおりとなった。平成25年度も同様である。

NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク理事長の泊みゆき氏は、このバイオマス発電の買取に係る特徴として、①石炭混焼発電もFITの買取対象となり、価格も同じである、②既存施設も対象に含まれる（補助金分を控除、稼働年数は差し引く）、③認定要件に「使用するバイオマス燃料について、その利用により、当該バイオマス燃料を活用している既存産業等への著しい影響がないものであること」が含まれ、違反した場合は認定取り消しもあり得る、④バイオマスを利用して発電を行う場合には、当該バイオマスの出所を示す書類として、利用するバイオマスの種類ごとに、それぞれの年間の利用予定数量、予定購入価格、調達先等の燃料調達計画書を添付することになる、と整理している⁽⁵⁷⁾。

しかし、以上のような木質バイオマスをめぐるFITについては問題点や課題も指摘されている。

⁽⁵⁴⁾ 同上, p.19; 中嶋健造「初期投資を抑えれば小規模自伐林業は成り立つ」『環境会議』No.39, 2013. 春, pp.28-30.

⁽⁵⁵⁾ 金野 同上, pp.22-23.

⁽⁵⁶⁾ 同上, p.18. によれば、土佐の森方式をすでに導入している地域は鳥取県智頭町、岐阜県恵那市、島根県大田市など10以上あり、これから導入を検討している地域は30以上にのぼるとされる。

⁽⁵⁷⁾ 泊みゆき「2012年国土緑化推進機構助成シンポジウム 第6報告 再生可能エネルギー電力固定価格買取制度（FIT）が森林経営に及ぼす影響」『林業経済』65巻12号, 2013.3, p.20.

表5 バイオマスの調達区分・調達価格・調達期間（税込）

バイオマス	メタン発酵 ガス化発電	未利用木材 燃焼発電	一般木材等 燃焼発電	廃棄物（木質以外） 燃焼発電	リサイクル木材 燃焼発電
発電方式	バイオマス由来の廃棄物等をメタン発酵させることでバイオガスを生成して発電	間伐材や主伐材であって、設備認定において未利用であることが確認できたものに由来するバイオマスを燃焼させる発電	未利用木材及びリサイクル木材以外の木材（製材端材や輸入木材）並びにパーム椰子殻、稲わら・もみ殻に由来するバイオマスを燃焼させる発電	一般廃棄物、下水汚泥、食品廃棄物、RDF（ごみ固形燃料）、RPF（紙、プラスチック固形化燃料）、黒液等の廃棄物由来のバイオマスを燃焼させる発電	建設廃材に由来するバイオマスを燃焼させる発電
調達価格	40.95円	33.6円	25.2円	17.85円	13.65円
調達期間	20年				

（出典）経済産業省資源エネルギー庁ホームページ <<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/kakaku.html>>に基づき筆者作成。

まず、規模別での調達価格となっていない点である。バイオマス発電については、特に直接燃焼において「規模の経済」が働き、発電規模が大きくなるほど発電コストは低くなる⁽⁵⁸⁾。そのためFITの制度設計としては、小規模発電について調達価格を高くし、大規模発電については調達価格を低くするか、制度の対象外とすることが妥当と考えられる。それにもかかわらず我が国のFITでは、規模別ではなく調達区分でのみ調達価格が設定されているのである。なおドイツでは、500～5,000kWの発電施設で基本レート13.2円、5,000～20,000kWの発電施設で基本レート7.2円、2万kW以上のものは対象外となっている⁽⁵⁹⁾。また、石炭混焼は明らかにバイオマス単独発電より低コストであるが⁽⁶⁰⁾、我が国のFITでは両者が同一の調達価格となっている。

熱利用を伴わない発電でも経営が成立するような調達価格となっているなど⁽⁶¹⁾、バイオマスの利用につき熱利用への配慮がないことも批判されている。発電のみを行う場合、最も発電効率が高い石炭混焼で40%程度、木質バイオマス発電では10～30%とされる。一方、コージェネレーション（熱電併給）では60～80%の総合効率となり⁽⁶²⁾、熱利用単独の効率では80%以上になるとされる⁽⁶³⁾。それにもかかわらずFITは、発電効率の高いコージェネレーションに誘導する制度とはなっていない⁽⁶⁴⁾。

(58) 同上; 熊崎実「I なぜ今木質バイオマスか」熊崎実・沢辺攻編著『木質資源とことん活用読本』農山漁村文化協会, 2013, p.24. 国際エネルギー機関（IEA）の報告書によれば、バイオマス発電の発電コストは、1万kW未満で18～36円/kW、1～5万kWで15～25円/kW、5～10万kWで9～22円/kWとされる。熊崎 同上, p.22; International Energy Agency (IEA), *Technology Roadmap: Bioenergy for HEAT and POWER*, 2012, p.26. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf>

(59) 熊崎 同上, p.25.

(60) 同上, p.22; IEA, *Ibid.* によれば、石炭混焼の発電コストは6～13円/kWとなっている。

(61) 伊藤幸男「新たな地域づくりと木質バイオマスの普及に関する提言—岩手・木質バイオマス研究会の2011年政策提言を中心に—」『森林技術』No.846, 2012.9, p.5.

(62) 泊 前掲注(57), 2013.3, p.21; 熊崎 前掲注(58), pp.21-22.

(63) 小島健一郎「連載 木質バイオマス AtoZ (Vol.3) バイオマス発電をめぐる国内外の動向 (その2)」『森林組合』No.505, 2012.7, p.13.

(64) なお末松広行林野庁林政部長も、「熱電併給であれば採算性が更にも増す場合は経済原則でそれが推進されるし、コージェネボーナス（熱電併給の施設については買取価格を増加させる仕組み）の導入も今後の検討課題であると思う」との見解を示している。末松広行「木質バイオマス発電の今後の展開について」『森林組合』No.504, 2012.6, p.25.

更に、高い買取価格の設定が発電用燃料となる原木の高騰を招き、ひいては林産業において資源の奪い合いが生じるのではないかと懸念や批判がみられる⁽⁶⁵⁾。この点への対策として、再生可能エネルギー特別措置法施行規則第8条第2項第3号口は、再生可能エネルギー発電設備が経済産業大臣の認定を受ける要件として、「当該発電に利用するバイオマスと同じ種類のバイオマスを利用して事業を営む者による当該バイオマスの調達に著しい影響を及ぼすおそれがない方法であること」を定めている。また林野庁も、「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」を策定している。このガイドラインは、木質バイオマスの供給者が間伐材等由来の木質バイオマスや一般木質バイオマス由来であることの証明に取り組むに当たって留意すべき事項等を取りまとめたものである⁽⁶⁶⁾。

しかし泊みゆき氏によれば、5000kW規模のバイオマス発電単独施設の場合、稼働に必要なバイオマスの量は10万m³（間伐なら2,000haの面積に相当）となるという⁽⁶⁷⁾。未利用材を経済的に収集できる範囲とされる30～60km圏内で、この量の調達を毎年、安定的に一定価格以下で確保することは簡単ではなく、そのため未利用材を無理に大量収集しようとするならば、林地残材ではなく皆伐された木材や輸入バイオマス⁽⁶⁸⁾が使用されるおそれがあると、同氏は指摘している⁽⁶⁹⁾。ちなみに熊崎実・筑波大学名誉教授は、前述のドイツにおける買取価格制度において、大規模発電ほど買取価格を低額としていく設定について、大量の木材を発電に振り向けるのは好ましくないという判断があるのではないかと推測している⁽⁷⁰⁾。

V 地方自治体における木質バイオマス普及の取組み

木質バイオマスの利活用・普及は、地方（自治体）の経済振興や雇用拡大の面でも大きな期待が寄せられているところである。この章では、地方自治体による木質バイオマス普及取組みの事例として、岩手県と下川町（北海道）を取り上げ、それぞれのこれまでの活動と今後の目標、課題について眺めてみる。

1 岩手県の取組み

(1) 岩手県及び岩手・木質バイオマス研究会の活動

岩手県は本州一の豊富な森林資源を有し、林内に放置された間伐材や枝条等の林地残材、製材工場等で発生する端材やパーク（樹皮）等の木質バイオマス資源が多く賦存している。平成13（2001）年度の時点において県で推計した木質バイオマスエネルギーの最大可採量は、98.9

(65) 小島 前掲注(63), p.12.

(66) 林野庁「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」2012.9. 林野庁ホームページ <<http://www.rinyamaff.go.jp/j/riyou/biomass/pdf/hatudenriyougaidorain.pdf>> ガイドラインの主な内容については、香月英伸「固定価格買取制度における木質バイオマスの証明制度について」『機械化林業』No.705, 2012.8, pp.9-12. を参照。

(67) 泊 前掲注(57), p.21. 仁多見俊夫東京大学大学院農学生命科学研究科准教授も、5,000kWの木質バイオマス発電所を想定するならば、年間のバイオマス消費量は7万トン、2,100haの間伐事業量としている。仁多見俊夫「地域林業の活性化と木質バイオマスエネルギーによる震災復興」『森林技術』No.852, 2013.3, p.20.

(68) ただし、再生可能エネルギー特別措置法施行規則第2条第12号によれば、輸入木材バイオマスを使用する発電設備は、同法の対象とはならない。

(69) 泊 前掲注(57), pp.21-22.

(70) 熊崎 前掲注(58), p.25.

万Gcal⁽⁷¹⁾(灯油換算11.1万kl)で県内の家庭系エネルギー需要の約18%に相当している。そのため、森林・林業・木材産業の活性化を図る上からも、その有効活用が課題とされている⁽⁷²⁾。

岩手県は、木質バイオマス資源の有効活用の方針を、「岩手県新エネルギービジョン」(平成9年度)、「岩手県環境基本計画」(平成11年度)、「いわて資源循環型廃棄物処理構想」(平成12年度)の中で示した。その上で木質バイオマスエネルギー利用を拡大するため、平成14年1月には「木質バイオマス資源活用計画」を策定するとともに、関係部局の横断的な取組みの推進に向けて同年6月に「木質バイオマスエネルギー利用促進会議」を設置し、体系的な取組みを進めた⁽⁷³⁾。平成16(2004)年3月には、県の木質バイオマスエネルギー利用の展開方向を明らかにするため、「いわて木質バイオマスエネルギー利用拡大プラン」を策定した。このプランは、表6のように3つのステージに分かれており、現在は、第3ステージの段階にある。

また、県関係者が木質バイオマス先進国であるスウェーデンを訪問したことを機に、全国に先駆けて平成12(2000)年7月に民間主導での「岩手・木質バイオマス研究会」(以下、「研究会」という。)が立ち上げられた⁽⁷⁴⁾。研究会は、「石油のように他国の思惑や価格に左右されない、

表6 いわて木質バイオマスエネルギー利用拡大プランの展開について

	期 間	取組み	目 標	達成率
第1 ステージ	平成 16～18年度	(1) 熱利用による展開 (2) 熱電利用の検討などによる展開 (3) 普及・啓発活動の展開	平成18年度到達目標 ペレット利用量年間3,671トン チップ利用量年間1,320トン 木質バイオマス利用機器導入 2,120台 年間CO ₂ 排出削減量5,400トン	平成18年実績 ペレット利用量63% チップ利用量83% 木質バイオマス利用機器導入 49% 年間CO ₂ 排出削減量66%
第2 ステージ	平成 19～22年度	(1) 機器導入促進に向けたアプローチ (2) 燃料供給促進に向けたアプローチ (3) 県民利用の裾野を広げるアプローチ	平成22年度到達目標 ペレット利用量年間4,900トン チップ利用量年間3,100トン ペレットストーブ2,000台 ペレットボイラー50台 チップボイラー30台 年間CO ₂ 排出削減量8,436トン	平成22年見込み ペレット利用量84% チップ利用量80% ペレットストーブ71% ペレットボイラー102% チップボイラー67%
第3 ステージ	平成 23～26年度	(1) 公共施設や産業分野での木質燃料ボイラーの導入促進 (2) 石炭混焼発電での大量利用モデルの実現 (3) 木質燃料の安定供給体制の確立 (4) 県民生活に身近な木質燃料ストーブの導入促進 (5) 排出量取引の活用による木質バイオマスエネルギーの利用促進	平成26年度到達目標 ペレット利用量年間5,100トン チップ利用量年間10,000トン* ペレットストーブ1,800台 ペレットボイラー60台 チップボイラー36台 年間CO ₂ 排出削減量14,886トン	—

*第3ステージの「目標」-「チップ利用量」については、「再生可能エネルギーのひとつである木質バイオマスエネルギー利用の機運が高まっている」として、平成24(2012)年3月に当初の7,400トンから10,000トンへ上方修正されている。

(出典)『いわて木質バイオマスエネルギー利用拡大プラン』

第1ステージ及び第2ステージ <<http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/plan/plan.htm>>

第3ステージ <<http://www.pref.iwate.jp/ringyo/mokuzai/biomass/003995.html>>に基づき筆者作成。

(71) ギガカロリーで、10⁹カロリーに相当。

(72) 「木質バイオマスエネルギー利用拡大の取組みの概要」岩手県ホームページ <<http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/outline/images/details.pdf>>

(73) 同上

地域にある自給自足のエネルギーを」という理念を持つ産学官の連携組織として結成され、県への政策提言を行いつつ、木質バイオマスに関する様々な情報の蓄積と草の根の普及活動を実施した⁽⁷⁵⁾。

県や研究会の活動の結果、2000年当時は岩手県内に僅かに数台しかなかったペレットストーブは、2011年時点で1,400台を超え、ペレットボイラーは46台が導入された。2000年当時は1台も無かったチップボイラーも16台となり、ペレット生産施設も1か所から4か所にまで増えた。研究会は、この10年間の岩手県における木質バイオマスの普及状況につき、少なくとも灯油や重油に代わる選択肢として広く認知されるようになり、確かな市場が形成されたとの評価をしている。⁽⁷⁶⁾

(2) 岩手県における木質バイオマス普及の課題

しかし、研究会は、岩手県における木質バイオマスの普及には依然として課題が残されていると見なしている。例えば原油価格の高騰等の好条件にもかかわらず普及スピードは停滞気味であり、また、林業が衰退の一途をたどっていて次世代のための資源造成が行えないとしている。研究会は、①全般的な課題、②木質ペレット、③燃料チップ、④原料・燃料の安定供給、⑤林業問題、⑥農業、水産業との連携、⑦被災地の復興の7分野につき18の課題を報告書の中で指摘した。⁽⁷⁷⁾

その上で、「これから10年の取り組み」として、「地域の自立手段としての木質バイオマス利用を」推進する観点から、これら課題を克服するために①制度・政策、③システムの選択と構築、④燃料の安定供給、④新たな地域資本の形成と新たなビジネスの育成、⑤継続的な普及活動、⑥森林への還元について提言している。例えば①については、「災害対策としてのバイオマス利用」、すなわち被災地のがれきに含まれる木質バイオマスを危機管理の手段として活用すること⁽⁷⁸⁾等に言及している。また、②と③においては、30km範囲内で木質バイオマスの生産から利用までのシステムが完結する「地域型」の推進を唱えている。⁽⁷⁹⁾

2 北海道下川町の取り組み

(1) 下川町の概要と木質バイオマスに係る取り組み

下川町は北海道北部に位置し、最高気温が30℃以上、最低気温が-30℃以下となり、寒暖差の激しい気候の地域である。面積は、東京都23区とほぼ同じ64,420haで、その内の約58,000haが森林（約9割が国有林）である。かつては銅山の操業や林業で栄え、昭和35（1960）年の国勢調査では人口15,555人を数えた。しかし社会情勢の変化等によって、銅山は休山し、安価な外材輸入により林産業が衰退するなど厳しい状況に陥る。平成24（2012）年9月末時点

(74) 「岩手の「木質バイオマス」取り組み概要」岩手県ホームページ <<http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/outline/outline.htm>>

(75) 伊藤 前掲注(1), p.28.

(76) 岩手・木質バイオマス研究会『新たな地域づくりと木質バイオマスの普及に関する政策提言』2011.7, p.6. 岩手・木質バイオマス研究会ホームページ <<http://wbi.main.jp/1110.pdf>>

(77) 同上, pp.6-11.

(78) 緊急的には、避難所において、木質バイオマスを利用できるストーブ等の暖房機器や薪・ペレット等燃料を配備することなどを、中期的には、行政関係施設で率先して木質バイオマス利用を検討することなど、地域で自給できるエネルギーを増やす政策の推進を唱えている。同上, p.16.

(79) 詳細な提言内容は、同上, pp.15-41. を参照。

の人口は3,625人で、ピーク時の4分の1以下となった。現在も少子高齢化の進行、地域産業の衰退、労働者数の減少など難題は多い。⁽⁸⁰⁾

下川町は以上のような苦境の中にありながらも、森林・林業では半世紀にわたる植林活動を通して、持続可能な森林経営の基盤を構築してきている。昭和56（1981）年以降、間伐材のカスケード利用による新産業創出を図るとともに、平成16（2004）年度以降は北海道初の木質バイオマスボイラー導入に取り組み、木質バイオマス産業による地域活性化を図ってきた⁽⁸¹⁾。平成20（2008）年3月には下川町バイオマスタウン構想を策定し、木質バイオマスボイラー導入に加え、廃食油のバイオディーゼル燃料（BDF）化や資源作物としてのヤナギの栽培なども盛り込んだ。木質バイオマスに係る様々な取組みを評価される形で、平成25（2013）年6月にバイオマス産業都市の1つに選定されている⁽⁸²⁾。

（2）木質バイオマス導入に係る下川町の狙い

平成11（1999）年以来町長を務めている安斎保・下川町長は、木質バイオマス導入の意図・狙いとして、①エネルギーの自立化、②高齢化対策、③森林再生を掲げている⁽⁸³⁾。

①は、化石燃料の使用を削減し、代替エネルギー資源としてバイオマスの有効活用と最適化を図ることを指す。下川町は日本でも有数の寒冷地であるため、暖房には灯油や重油などの化石燃料を使用しなければならない。町全体の域際収支は52億円の移入超過（赤字）となっており、その中でも化石燃料等につき年間7.5億円、電力につき年間5.2億円のコストがかかっている⁽⁸⁴⁾。地域内で化石燃料に代替するエネルギーをつくりだし、地元で循環させることでこれらコストを削減する狙いがある。なお平成16年度に導入された五味温泉の木質バイオマスボイラーは、平成17（2005）年度で約350万円の経費削減となり、平成23年度までで約2500万円の削減効果になっているとされる⁽⁸⁵⁾。

②について、下川町の高齢化率は37%であり、全国平均の23%を大きく上回るとされている。そのため町は、地区中心部にコレクティブハウス（共同生活を営む集合住宅）を建てて、住民にここへの居住を促す施策をとっている。このコレクティブハウス推進は、住民の安全や利便性の向上に加え、エネルギー効率の向上もその狙いとしている。これ以外にも、地中熱エネルギー（浅い地盤中に存在する低温の熱エネルギー）による地域集中暖房やロードヒーティング（道路の融雪や凍結防止）も検討するとしている⁽⁸⁶⁾。

③について安斎町長は、森林を下川町の大きな資産とみなしてその活用を図るため、コスト削減と安定的な販路の確立を進め、機械化の可能な部分についてはこれを推進し、大型機械が入れるような林道も整備していくとしている。その一方で、コストを削減しても、機械化によってかえって雇用が減るのでは意味がないとして、国と森林整備協定を結び、町にある国有林と

(80) 高橋祐二「環境未来都市、下川町における森林バイオマスの利活用」『グリーンスピリッツ』8巻1号、2013、p.10。

(81) 北海道下川町『下川町バイオマス産業都市構想 構想期間 平成25～平成34年度』p.1. 農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/pdf/02_simokawa.pdf>

(82) 「下川町が「バイオマス産業都市」に選定されました！」下川町ホームページ、2013.6.12. <<http://www.town.shimokawa.hokkaido.jp/section/shinrin/2013-0611-2027-43.html>>

(83) 安斎保「バイオマスを中心にエネルギーを自立化」『日経エコロジー』154号、2012.4、p.110。

(84) 北海道下川町 前掲注(81)、p.2。

(85) この経費削減効果については、計画段階では想定していなかった石油価格の高騰によるところも大きい。高橋 前掲注(80)、p.12。

(86) 安斎 前掲注(83)、p.110。

の一体的な整備を目指すことで雇用を確保するとの考えも示している。現在、町の林業・林産業従事者は約270人とされ、約30人が就職待機状態になっているとされる。⁽⁸⁷⁾

(3) 「下川町バイオマス産業都市構想」

平成25年6月に下川町はバイオマス産業都市に選定されたが、その際に町が提出した「バイオマス産業都市構想」は、概要として以下のような内容である。まず、バイオマス産業都市として目指すべき将来像としては、次の3つの目標を描いている。①半世紀にわたり築き上げてきた森林バイオマスなどの資源を更に造成し、実用化技術の活用と技術の研究・実証を通して、バイオマス資源を最大限かつ最大効率で利活用する一貫システムを構築する、②バイオマス総合産業を軸とした環境にやさしく豪雪、厳寒、異常気象など災害に強いエネルギー完全自給型の地域づくりを進める、③雇用の創出と活性化につなげ、域内の生産性を高め、地域に富が還元され、そして富が循環されるまちを実現する。⁽⁸⁸⁾

この構想の具現化を図る取組みとしては、以下の5分野につき言及している。

- ①林業システム革新：地域の豊富な森林資源を最大効率かつ最低コストで利活用可能な一貫システムの構築
- ②林産システム革新：情報通信技術を活用し、森林の資源量と消費者ニーズを連動させ、森林から生産される木材が消費者に届くまでの一連の工程をシステム化することにより、資源管理に係るコスト低減と消費者ニーズに対応した、迅速かつ安定的な加工・流通体制の効率化を図る
- ③小規模分散型再生可能エネルギー供給システムの整備：再生可能エネルギーによるエネルギー完全自給を目指すため、5,000kW級の木質バイオマス発電施設の建設、小学校周辺地域の熱供給システムの導入、中学校及び公共施設等への木質バイオマスボイラー導入などを行う
- ④資源作物栽培の事業化・バイオディーゼル燃料(BDF)製造事業の拡大：資源作物「ヤナギ」の栽培や廃食油の回収率向上
- ⑤未利用森林資源等の新用途加工：薬木・薬草など薬用植物による漢方薬ビジネスの創造を目指す⁽⁸⁹⁾。

これらの取組みにより、10年後(平成34年)までにバイオマス産業都市として下川町が達成すべき目標は、表7のように掲げられている。

⁽⁸⁷⁾ 安斎 同上

⁽⁸⁸⁾ 北海道下川町 前掲注⁽⁸¹⁾, p.6.

⁽⁸⁹⁾ 同上, pp.6-8.

表7 バイオマス産業として達成すべき下川町の目標

	現在 (2012年)	5年後 (2017年)	10年後 (2022年)
域内生産額 (単位: 億円)	215	223	243
うち林業・林産業 (単位: 億円)	33	35	40
地域収支額 (単位: 億円)	▲52	▲50	▲44
雇用人数 (単位: 人)	273	350	380
木質バイオマス利用率 (単位: %)	54	65	78
温室効果ガス削減量 (木質バイオマス導入分、単位: t-CO ₂)	—	3,476	4,728

▲は支出超過分

(出典) 北海道下川町『下川町バイオマス産業都市構想 構想期間 平成25～平成34年度』p.8.に基づき筆者作成。

おわりに

『バイオマスの利活用に関する政策評価〈評価及び勧告〉』が指摘した木質バイオマス事業の問題点に係る背景として、泊氏は、日本のバイオマス利用について、①外部不経済(収集・運搬コスト等)が内部化されていないこと、②制度・法律等が未整備であること、③すでに経済性を持つバイオマス(製紙工場における黒液や製材工場における木屑)は利用済であること、④一次産業の停滞、⑤設備・機器・ノウハウ等の未発達、⑥不適切な政策・事業の実施、⑦政策実施における調整不足をあげている。特に⑥については、地域資源の活用になるからとして「バイオマス利用ありき」で事業を行おうとすると、バイオマス利用が目的化し、状況の変化にも対応できず、事業を行っても経済性を得にくくなること、また、木質バイオマスのガス化発電、原木からのペレット製造、エタノール製造等の「目新しいバイオマス」、すなわち新規性のある技術に囚われて失敗した例が多いことを指摘している。⁽⁹⁰⁾

政策評価が示されてからすでに2年以上が経過しているが、果たして現在の政策や取り組みの方向性は、政策評価の指摘に応える解決策となっているのであろうか。

「はじめに」で述べたように、木質バイオマスが注目される要因は、化石燃料使用や廃棄物発生の抑制、生物多様性等の維持、地域雇用の算出や地域経済の振興、グリーン・イノベーションの創出、一極集中型エネルギー供給のリスク克服などにある。それにもかかわらず、木質バイオマスや電力の供給者の利益を優先し、大規模な木質バイオマス発電(特に、低効率な木質バイオマス単独での発電)が主に推進されるとしたら、それは果たして正しい方向性と言えるのであろうか。法的な対策も一定程度講じられているとはいえ、林地残材等ではなく良質の木材や輸入材がエネルギー源として使用され、森林資源の急激な使用・涸渇に陥る事態になることへの懸念は、決して小さくない。

もちろん木質バイオマスに係る政策について推進力を得るためには、大規模な資金・機器の投入、更には関係省庁間の連携・調整も必要であろう。しかし、実情に対する十分な分析なく多大な資金・資源を投入することはリスクが大きい。相川研究員や伊藤准教授が指摘するように、「山側」や地域経済、地域市場の目線に立ち、木質バイオマスの特性を十分に踏まえた持続可能な政策・計画を立案していくことこそが、本来の目的の実現のために重要であろうと思われる。

(90) 泊みゆき『バイオマス本当の話—持続可能な社会に向けて—』築地書館, 2012, pp.73-80.