

バイオマスエネルギー

動植物資源およびその廃棄物などのバイオマスを原料とし、熱源や発電、自動車燃料として利用するバイオマス技術は、広範な技術体系をもつ。原料となる各種バイオマスを固体やガス、液体燃料といった形態に変換する技術と、最終的に熱源や発電、自動車などの燃料として利用する技術がある。

日本では2002年「バイオマス・ニッポン総合戦略」以来、関係省庁が各種事業を通じて、バイオマスの普及を図ってきた経緯がある。

I 技術・エネルギーの説明

1 バイオマスの定義

「バイオマス」は多種多様な資源を指すもので、エネルギー資源の観点からは、「ある一定量集積した動植物資源とこれを起源とする廃棄物の総称（ただし、化石資源を除く）」⁽¹⁾とすることが一般的である。例えば、「バイオマス活用推進基本法」（平成21年法律第52号）においては、バイオマスは「動植物に由来する有機物である資源（原油、石油ガス、可燃性天然ガス及び石炭（以下、「化石資源」という。）を除く。）」⁽²⁾と定義されている。

2 バイオマスの種類

バイオマス資源は次の表1に示すように、「未利用系資源」、「廃棄物系資源」、「生産系資源」に分けられる。「未利用系資源」とは、現在のところ、収集コストが高いことや利用が義務付けられていないことから、未利用となっている資源である。「廃棄物系資源」は、生活活動や農林業、畜産業などの生産活動にともなって発生する資源であり、基本的には廃棄物として「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（昭和45年法律第137号）で定められた処理を行わなくてはならない資源である。「生産系資源」は、エネルギー利用を意図して生産する資源を指す。エネルギー利用を目的として木質系あるいは草本系バイオマスを計画的に栽培することを「エネルギープランテーション」⁽³⁾と呼ぶ。⁽⁴⁾

*本稿の執筆時点は平成26年1月28日である。インターネット情報の最終アクセス日は、平成26年1月28日である。

(1) 社団法人日本エネルギー学会編『バイオマスハンドブック（第2版）』オーム社、2009年、p.2.

(2) 「バイオマス活用推進基本法」（平成21年法律第52号）第2条.

(3) 社団法人日本エネルギー学会編 前掲注(1), p.7.

(4) 新エネルギー・産業技術総合開発機構「第4章 バイオマスエネルギー」『NEDO 再生可能エネルギー技術白書』2013, pp.3-4. <<http://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf>>

表1 バイオマス資源の種類

種類		具体例
未利用系資源	木質系バイオマス	森林バイオマス（林地残材、間伐材、未利用樹）、その他木質系バイオマス（剪定枝など）
	農業残さ系	稲作残さ（稲わら、もみ殻）、麦わら、バガス（サトウキビのしぼりかす）、その他農業残さ
廃棄物系資源	木質系バイオマス	製材工場残材、建設発生木材
	製紙系バイオマス	古紙、製紙汚泥、黒液（製紙過程で発生する液）
	家畜排せつ物	牛ふん尿、豚ふん尿、鶏ふん尿、その他家畜ふん尿
	生活排水	下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥
	食品廃棄物	食品加工廃棄物、食品販売廃棄物（卸売市場廃棄物・食品小売業廃棄物） 厨芥類（家庭系厨芥・事業系厨芥）、廃食用油
	その他	埋立地ガス、紙くず・繊維くず
生産系資源	木質系バイオマス	短周期栽培木材
	草本系バイオマス	牧草、水草、海草
	その他	藻類、糖・でんぷん、植物油（パーム油・菜種油）

（出典）新エネルギー・産業技術総合開発機構「第4章 バイオマスエネルギー」『NEDO 再生可能エネルギー技術白書』2013, p.4. <<http://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf>>を基に筆者作成。

3 バイオマス資源の特徴

多種多様な資源がそのままの形で、あるいは固体・ガス・液体燃料といった形態に変換され、熱源、発電、輸送用燃料として利用される。このように広い目的で利用されるという点で、再生可能エネルギーの中でもユニークな資源であると評される。⁽⁵⁾

また、バイオマス資源の利用が推進される背景には、バイオマス資源が「カーボンニュートラル（carbon neutral）」であるといった特徴がある。これは、バイオマス資源を燃焼利用する際に排出される二酸化炭素（CO₂）は、バイオマス資源が再生する過程において固定・吸収されるために、「地球規模でのCO₂バランスを崩さない」という考え方である。このため、バイオマス資源の活用を活用することで温暖化軽減につながると考えられている。⁽⁶⁾

バイオマス資源の一般的な特徴をまとめると、表2の通りである。

表2 バイオマス資源の特徴

資源の状態	特徴
原料	<ul style="list-style-type: none"> 原料が広範に分散して存在している場合、収集する必要がある。 原料は、密度とカロリー値が低く、水分含有率が高い場合が多い。 原料は、通常、石炭や石油に比べると、含有する硫黄分は少ない。
輸送時・貯蔵時	<ul style="list-style-type: none"> 地域間を輸送することが可能な資源である一方で、利用にあたっては、輸送コストを考慮する必要がある。 季節ごとに収穫のある資源を代表例として、貯蔵する場合の設備が必要となる。 乾燥させたものを貯蔵する場合、吸湿による劣化を防止するための貯蔵設備が必要である。
燃焼利用時	<ul style="list-style-type: none"> 燃焼利用する場合、化石燃料を扱う施設よりもシステムが大型化して高価になる。 焼け付きや腐食などを防ぎ、環境に悪影響を及ぼさず効率的に燃焼させる必要がある。そのため利用予定のバイオマス資源用に施設を設計しなくてはならない。

（出典）IEA, *Technology Roadmaps Bioenergy for Heat and Power*, Paris: IEA, 2012, pp.12-13. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf>を基に筆者作成。

(5) IEA, *Technology Roadmap: Bioenergy for Heat and Power*, Paris: IEA, 2012, pp.12-13. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf>

(6) 社団法人日本エネルギー学会編 前掲注(1), p.4.

II 技術動向・利用動向・将来動向

1 技術動向

バイオマスは、運搬・貯蔵効率を向上させ、エネルギー利用に適した形態にするため、多くの場合、原料から加工した上で使用する。原料からの変換技術は、「物理的変換」、「熱化学的変換」、「生物化学的変換」に大別することができる(表3)⁽⁷⁾。

表3 バイオマス変換技術

変換技術	変換方法	概要
物理的変換	固体燃料製造	木質系バイオマスから薪、チップ、ペレット、ブリケット(粉砕した木材を高圧成形した燃料)、厨芥類等から廃棄物燃料、下水汚泥の乾燥等。主に熱利用、発電利用される。
熱化学的変換	直接燃焼	バイオマスを直接燃焼する。ただし、燃焼するバイオマスの含水率を低減させる必要がある。主に熱利用、発電利用される。
	気体燃料製造	ガス化剤を利用し、バイオマスを高温でガス化する。主に熱利用、発電利用される。
	液体燃料製造	液体燃料製造は各種技術があり、主に輸送燃料として利用される。 ①バイオマスをガス化し、生成したガスに触媒を用いることで、液体燃料を得る。多様な原料バイオマスに対応でき、また多様な代替燃料が製造可能である。 ②植物油や廃食用油をメタノールとアルカリ触媒で加工することで、ディーゼル代替燃料(バイオディーゼル燃料(BDF))を得る。 ③木質系バイオマスを急速に加熱して熱分解し、油状生成物を得る。 ④藻類からバイオ燃料の製造を行う。工業的な生産が可能と見込まれるが、製造原価が高いことから現時点で実用化されていない。
	固体燃料製造	バイオマスを加熱して、木ガスや酢液、タール、炭を得る。主に熱利用、発電利用される。
生物化学的変換	気体燃料製造	微生物を用いて有機物を発酵分解し、分解過程で発生するメタンや水素をエネルギー利用する技術。熱利用、発電利用、輸送燃料等幅広く利用される。
	液体燃料製造	基本的には酒類製造と同じように酵母を用いてエタノールを製造する技術で、主に輸送用燃料が生産できる。

(出典) 新エネルギー・産業技術総合開発機構『NEDO 再生可能エネルギー技術白書』2010, pp.175-183. <<http://www.nedo.go.jp/content/100116323.pdf>>; 新エネルギー・産業技術総合開発機構「第4章 バイオマスエネルギー」『NEDO 再生可能エネルギー技術白書』2013, p.5. <<http://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf>>を基に筆者作成。

各種原料は、こうした変換技術を経てエネルギーとして利用が可能な形態となる。木質系バイオマスの物理的変換を例にとると、林地残材・間伐材などの形態のままでは輸送の効率性は低い上、燃焼利用することが困難である。これを薪やチップなどに変換して小型化することで運搬性は大いに改善され、利用しやすくなる。

同じ生成物を作るための変換技術が複数存在する場合もある。表3で生物化学的変換による液体燃料製造として示したバイオマスエタノールの製造方法では、ショ糖・でんぷん系資源など食用にも使われる資源を利用する技術の実用化が進んでいる一方で、木質系バイオマスやサトウキビの搾りかすを利用する技術は現在開発段階にある。表3の熱化学的変換による液体燃料製造として示したバイオディーゼルの精製する製造方法のうち、植物油や廃食用油にメタノールとアルカリ触媒を加えることでバイオディーゼル燃料を製造する技術(エステル交換)が実用化されている。一方で、超臨界メタノールを用いた処理方法、水素化処理方法など複数の技術の研究開発は現在進められている段階である。⁽⁸⁾

(7) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 前掲注(4), p.5.

(8) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 前掲注(4), pp.77-79, 102-105.

2 利用動向

(1) 世界での利用動向

バイオマス資源をエネルギーとして利用する場合、最終的に熱源（給湯、暖房など）、発電、輸送用燃料（エタノール混合ガソリン、バイオディーゼル燃料など）のいずれかの目的で利用される。バイオマスから得られた総エネルギーは、2012年で約55EJ⁽⁹⁾であると推計されており、そのうち熱利用が約46EJと大半を占め、発電利用と輸送用燃料利用がそれぞれ約4.5EJと推計されている。⁽¹⁰⁾

全世界での稼働中の設備容量について、バイオマス資源を熱利用する設備容量は2012年で約293GW⁽¹¹⁾に達している。また、発電利用する設備容量は2012年末時点で約83GWに到達しようとしており、2012年の年間発電量は約350TWh⁽¹²⁾となっている。⁽¹³⁾

2012年の全世界でのバイオ燃料以外のバイオマス利用に関わる新規投資額は、約86億ドル（約8600億円）⁽¹⁴⁾となっている。これは、太陽エネルギー利用の約1404億ドル（約14兆400億円）、風力エネルギー利用の約803億ドル（約8兆300億円）に次ぐ額である。また、バイオ燃料に関する投資額は約50億ドル（約5000億円）となっている。⁽¹⁵⁾

(2) 日本での利用動向

日本でのバイオマス資源の利用状況は表4の通りである。相対的に利用率が低いものとしては、食品廃棄物が約27%となっており、なかでも一般家庭から排出される食品廃棄物の利用率は6%と低くなっている。また、間伐の際に発生する林地残材はほぼ未利用となっている⁽¹⁶⁾。

表4 各バイオマス資源の年間発生量と利用率

バイオマスの種類	年間発生量	利用率
家畜排せつ物	約8800万トン	約90%
下水汚泥	約7800万トン	約77%
黒液（製紙過程で発生する廃液）	約1400万トン	約100%
紙	約2700万トン	約80%
食品廃棄物	約1900万トン	約27%
製材工場等残材	約340万トン	約95%
建設発生木材	約410万トン	約90%
農作物非食用部	約1400万トン	（すき込みを除く）約30% （すき込みを含む）約85%
林地残材	約800万トン	ほとんど未利用

（注）年間発生量は、黒液、製材工場等残材、林地残材については乾燥重量、他のバイオマスについては湿潤重量。

（出典）「バイオマス活用推進基本計画」（平成22年12月17日閣議決定），p.11. <http://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/pdf/keikaku.pdf>を基に筆者作成。

(9) 1EJ（エクサジュール）は、10¹⁸J（ジュール）。エネルギー量を表す。

(10) Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), *Renewables Global Status Report (GSR) 2013*, pp.27-28. <http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf>

(11) 単位については、「総論」のコラムを参照。

(12) 同上。

(13) Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), *op.cit.*(10), p.29.

(14) 1ドル=100円で換算。以下同じ。

(15) Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), *op.cit.*(10), p.61.

(16) 「バイオマス活用推進基本計画」（平成22年12月17日閣議決定），pp.10-13. <http://www.maff.go.jp/j/pr/annual/pdf/kanba_01.pdf>

個別具体的なバイオマス利用については、農林水産省の「地域バイオマス利活用交付金」制度で、バイオマスを利活用する飼料化・堆肥化施設などの整備に対して支援が行われてきた。同制度の支援を受けて整備された施設は、飼料化・堆肥化施設のほか、木質ペレットを利用するボイラー施設、木質チップを利用する発電施設や、廃食用油を利用するバイオディーゼル燃料製造施設などがある。⁽¹⁷⁾

バイオマスの発電利用については、固定価格買取制度の対象となったことから、バイオマス資源を利用する発電所の建設も進んでいる。固定価格買取制度の対象設備として認定された設備認定容量は、平成24年7月から平成25年10月末で71.0万kWとなっている。このうち、平成24年7月から平成25年10月末までに運転開始した設備の合計は11.2万kWとなっている。⁽¹⁸⁾木質ペレットやパームヤシ殻を海外から輸入して利用する発電所⁽¹⁹⁾や、地元の山林の間伐材を加工したチップを利用する発電所⁽²⁰⁾などが建設されている。

バイオマスの燃料利用については、経済産業省・農林水産省が共同で設置した「バイオ燃料技術革新協議会」が、生産目標や技術開発、ロードマップ等を「バイオ燃料技術革新計画」(2008年)として取りまとめている。⁽²¹⁾

また、石油精製業者によるバイオエタノールの利用の目標量については、「エネルギー供給構造高度化法に基づく非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準」(平成22年経済産業省告示第242号)がある。同基準では2011年度から2017年度までの各年度のバイオエタノールの利用の目標量を示しており、2017年度の目標量を原油換算量で50万klとしている。⁽²²⁾

3 将来動向

技術開発の長期的な目標として、熱化学的気体燃料製造(ガス化)やバイオ燃料製造(ガソリン代替燃料、軽油・灯油代替燃料)の技術開発と商用化が挙げられる⁽²³⁾。バイオ燃料製造については、セルロース系資源を利用したエタノール製造技術や、藻類由来のバイオ燃料の精製技術の開発が進められているほか、ガス化液化燃料・水素ガス化技術・急速熱分解技術・水熱液化技術など研究開発段階の技術が多い⁽²⁴⁾。

藻類からバイオディーゼルやジェット燃料等のバイオ燃料を製造する技術は、近年期待を集めている変換技術である。同じ単位面積で比べた際に、大豆やパーム油から生産される燃料量

(17) 農林水産省 農村政策部中山間地域振興課(農林水産省)「地域バイオマス利活用交付金制度の仕組み及び事業の活用例」平成22年5月、p.14。<http://www.maff.go.jp/j/nousin/zyunkan/biomass/pdf/shikumi_22.pdf>; 農林水産省「農水省におけるバイオマス利活用関連施設整備支援状況(H15-23年度)」<<http://www.maff.go.jp/j/nousin/zyunkan/biomass/pdf/hard.pdf>>

(18) 資源エネルギー庁「News Release 再生可能エネルギー発電設備の導入状況を公表します」平成26年1月10日、別紙1。<<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/dl/setsubi/201310setsubi.pdf>>

(19) 昭和シェル石油株式会社『バイオマス発電所の建設決定について』2013.8.7。昭和シェル石油株式会社プレスリリース<http://www.showa-shell.co.jp/press_release/pr2013/0807.html>

(20) 島根県林業課木材振興室「木質バイオマス発電事業開始に向けて」『しまねの森林』通巻272号、2013.7、p.2。<<http://www.pref.shimane.lg.jp/ringyo/kakusyujyohou/shimanenomori.data/shimanenomori32.pdf>>

(21) バイオ燃料技術革新協議会『バイオ燃料技術革新計画』2008.3。<<http://www.enecho.meti.go.jp/policy/fuel/080404/hontai.pdf>>

(22) 「エネルギー供給構造高度化法に基づく非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準」(平成22年経済産業省告示第242号)

(23) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 前掲注(4)、pp.117-119.

(24) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 前掲注(4)、pp.77-81.

よりも藻類から生産される燃料量の方が多くことや、植物栽培に適さない土地で利用が可能であることなどの利点がある。日本国内でも大学や企業において藻類を原料としたバイオ燃料の研究が進められているが⁽²⁵⁾、商用生産の実現は2020年代前半頃となるとみられている⁽²⁶⁾。

III 資源・エネルギーの賦存量・導入ポテンシャル

バイオマスの賦存量は、陸上の総バイオマス量をエネルギー換算すると33,000EJとなり、世界の年間エネルギー消費量の80倍以上に相当すると推計されている。また、光合成によって新たに生産されるバイオマスの年間生産量は、世界の年間エネルギー消費量の10倍近くになるとみられている。⁽²⁷⁾

バイオマスの利用可能量については、推計の前提の違いにより大きく開きがある。例えば、海洋バイオマスのように現在は利用されていないが、将来的にエネルギーとして利用される可能性がある資源を含むか否かで、利用可能量の推計に差が生じる。農業生産物の収穫量や、水や土などの栄養分や気候変動が与える影響など、前提とする条件によって利用可能量の推計値は変化する。また、食用としても利用されるバイオマス資源については、世界の食料需要も影響してくる。このため利用可能量についての推計値に開きはあるが、長期的な推計として国際エネルギー機関 (International Energy Agency: IEA) は、2050年に100EJ～300EJ、技術的進歩の可能性を考慮に入れた推計では500EJになるという推計を紹介している⁽²⁸⁾。

日本でのバイオマスの賦存量と利用可能量は、前掲の表4の通りで、多くのバイオマスの年間発生量に対する利用率は約8～9割となっている。

IV 経済性

バイオマス資源およびその使用方法は多様であることから、資源ごとに市場価格が異なってくる。エネルギー用途以外に原材料・食料として利用可能な資源については、原材料・食料価格動向の影響を大きく受ける。具体的には、バイオエタノールを作るために使われるサトウキビやとうもろこし等である。また、未利用系資源である間伐材や林地残材については、輸送コストや生産コストが別途必要となるものがある。一方で、副産物・廃棄物として生産される資源については、エネルギー用途として使用しない場合に廃棄費用が発生するものがある。⁽²⁹⁾

バイオマス資源は、同じ原料でも加工・変換状態によって市場価格が異なってくる場合があ

(25) 例えば、IHI NeoG Algae 合同会社が、新エネルギー・産業技術総合開発機構の「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業」の資金を活用して、ジェット燃料用藻類を屋外で安定培養することに成功したと発表している。IHI NeoG Algae 合同会社は、株式会社 IHI、神戸大学発のベンチャーである有限会社ジーン・アンド・ジーンテクノロジー (G>)、および株式会社ネオ・モルガン研究所 (NML) の3社によって設立された会社である。IHI「IHI NeoG Algae が100㎡規模でのバイオ燃料用藻類の屋外安定培養に成功」2013.11.14. 株式会社 IHI プレスリリース <http://www.ihico.jp/ihico/all_news/2013/press/2013-11-14/>

(26) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 前掲注(4), pp.106-107 ; IEA-ESTAP (Energy Systems Technology Analysis Programme) and IRENA, *Production of Liquid Biofuels Technology Brief*, 2013, p.9. <http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA-ETSAP%20Tech%20Brief%20P10%20Production_of_Liquid%20Biofuels.pdf>

(27) 社団法人日本エネルギー学会編 前掲注(1), p.7.

(28) IEA, *op.cit.* (5), p.34.

(29) 社団法人日本エネルギー学会編 前掲注(1), pp.376-382.

る。例えば、木材は木炭や紙などに利用されるほか、作業工程で発生するおがくずなど、さまざまな状態がある。表5では木質バイオマスを例として、市場で取引される価格が木材の加工状態によって変化することを示すため、通常はエネルギー源として使われない立木、製材・合板・パルプ、紙なども含めて例示した⁽³⁰⁾。

表5 木材の状態と市場価格

木材の状態	市場価格 (注)
立木	10,000円/m ³
合板用、燃料用加工	20,000円/m ³
合板用、燃料用加工した残材による木材チップ	10,000円/m ³
製材・合板・パルプ	50,000円/m ³
おがくず	1,000円/m ³
紙	約10万円/乾燥トン
木炭	約30万円/乾燥トン

(注) 各種価格は2000年平均価格。

(出典) 社団法人日本エネルギー学会編『バイオマスハンドブック (第2版)』オーム社、2009年、p.377；山本博巳「バイオマス資源」環境経済・政策学会編『環境経済・政策学の基礎知識』2006、p.321を基に筆者作成。

1 バイオマス熱利用の経済性

木質系バイオマスを熱利用する際のコストとして、木質バイオマスの燃焼利用を例に、IEAがプラントの規模別に試算を行っている。その概要は、表6の通りである。

表6 バイオマス熱利用のコスト試算

プラント規模	利用原料	年間運転時間 (時間)	資本コスト (1kWあたり)	原料コスト (1GJあたり)
家庭 (12kWth)	ペレット	700~1,500	950~1,350米ドル (9.5~13.5万円)	10~20米ドル (1,000~2,000円)
小型商用 (100-200kWth)	ペレット	1,400~1,750	550~1,200米ドル (5.5~12万円)	8~15米ドル (800~1,500円)
大型商用 (350-1,500kWth)	木質チップ	1,800~4,000	550~800米ドル (5.5~8万円)	5~12米ドル (500~1,200円)
小型工業用 (100-1,000kWth)	木質チップ	4,000~8,000	600~700米ドル (6~7万円)	5~12米ドル (500~1,200円)
大型工業用 (350-5,000kWth)	木質チップ	4,000~8,000	550~600米ドル (5.5~6万円)	5~12米ドル (500~1,200円)

(注) kWth は、熱出力を表す単位である。1ドル=100円で換算。

(出典) IEA, *Technology Roadmaps Bioenergy for Heat and Power*, Paris: IEA, 2012, p.29. <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Bioenergy_Roadmap_2nd_Edition_WEB.pdf>を基に筆者作成。

(30) 山本博巳「バイオマス資源」環境経済・政策学会編『環境経済・政策学の基礎知識』2006、p.321。

2 バイオマス発電の経済性

日本でのバイオマス発電について、資源エネルギー庁のコスト等検証委員会においてコストの試算が行われている（表7）。ここでは、未利用間伐材を利用するという仮定のもと、石炭火力発電所に未利用間伐材のチップを燃料として投入する石炭混焼の場合と、チップ専用の発電施設での木質専焼の場合の、2パターンでコストが試算された。その結果は、石炭混焼の場合は9.5～9.8円/kWhとなっており、通常石炭火力発電とほぼ同等の発電コストとなっている。木質専焼にした場合は17.4～32.2円/kWhと非常に高くなるが、これは収集・運搬等の作業コストによるものとされている。⁽³¹⁾

表7 バイオマス発電のコスト試算（2010年）

発電形態	コスト
石炭混焼	9.5～9.8円/kWh
木質専焼	17.4～32.2円/kWh
(参考) 石炭火力	9.5～9.7円/kWh

(出典) エネルギー・環境会議コスト等検証委員会『コスト等検証委員会報告書』（平成23年12月19日），p.58.
 <<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/8th/8-3.pdf>>を基に筆者作成。

(31) エネルギー・環境会議コスト等検証委員会『コスト等検証委員会報告書』2011.12.19, p.58. <<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/8th/8-3.pdf>>

V 技術的課題

バイオマスの原料製造・調達、熱利用、発電利用、燃料利用それぞれの技術的課題をまとめると、次の表8の通りである。

表8 バイオマス利用に関する技術的諸課題

技術		技術的課題
原料製造・調達	チップ・ペレット・ブリケット (注) 製造 (木質系バイオマスを利用)	<ul style="list-style-type: none"> 原料の多様化に対応する技術開発 幅のある含水率・灰分への対応 製造コストの低減化 製造設備の改良、移動型製造設備の開発
	炭化・半炭化 (木質系バイオマス、下水汚泥、厨芥類、家畜排せつ物を利用)	<ul style="list-style-type: none"> 炭化方法の改良 生成物の安定化・高品質化 省エネルギー化
バイオマス熱利用	バイオマスボイラ・バイオマスストーブ (木質系バイオマスを利用)	<ul style="list-style-type: none"> 小型化 原料の自動供給 灰の処理 高い熱効率の達成
	コージェネレーション (熱電併給) (木質系バイオマス、下水汚泥、厨芥類、家畜排せつ物を利用)	<ul style="list-style-type: none"> 小型化 低コスト化 出力変動への対応
バイオマス発電	直接燃焼 (木質系バイオマスを利用)	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー効率の改善 混焼による発電効率の低下抑制技術の開発 副生成物の処理
	熱分解ガス化 (木質系バイオマス、農業系バイオマス、下水汚泥を利用)	<ul style="list-style-type: none"> 製造コストの削減 (低コスト) タール抑制技術、利用技術の開発・前処理 副生成物の処理 出力変動への対応 プラントからの排出制御
	メタン発酵 (家畜排せつ物、厨芥類、食品加工残さ、下水汚泥などを利用)	<ul style="list-style-type: none"> 高効率で安価な発酵装置およびメタン精製濃縮装置の開発 多様な原料の複合利用技術 アンモニア抑制・除去技術開発 消化液の利用技術開発 脱硫・濃縮・精製・熱量調整などの追加処理
バイオマス燃料	エタノール発酵 (木質系バイオマス、農業残さを利用)	<ul style="list-style-type: none"> 製造原価の低減 前処理・糖化技術 発酵後の濃縮・脱水工程、廃液処理技術
	(バイオディーゼルを製造) エステル交換	<ul style="list-style-type: none"> 生成物の安定化・高品質化 副次生成物 (グリセリン) 処理方法
	(バイオディーゼルを製造) 超臨界メタノール処理	<ul style="list-style-type: none"> 高温・高圧条件に耐え得る実用化装置
	(バイオディーゼルを製造) 水素化処理	<ul style="list-style-type: none"> 低分子化技術
	藻類由来燃料の製造	<ul style="list-style-type: none"> 微細藻類の探索 低コストで効率的な培養および油分抽出技術

(注) チップは木質バイオマスを細かく粉砕したもの。ペレットは端材や廃材などを粉砕したものやおがくず等を圧縮、成型したもの。ブリケットも、端材や廃材などを粉砕したものやおがくず等を圧縮、成型して作るが、ペレットよりも大型のものである。

(出典) 新エネルギー・産業技術総合開発機構「第4章 バイオマスエネルギー」『NEDO 再生可能エネルギー技術白書』2013, pp.34-40, 65-70, 94-109. <<http://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf>>を基に筆者作成。

VI 技術を取り巻く社会経済状況

1 バイオマス利用と社会問題

バイオマスをエネルギー利用することが、各種社会問題につながるといった指摘がなされている。ここでは代表的な例を示す。

(1) 食糧需要との関連

将来的に世界人口が増加すると予測されており、それに伴って食糧需要が増加することと、食糧需要の増加に伴って耕作地の需要が高まることが予測されている。さとうきびやとうもろこしのように、食用以外にバイオ燃料の原料として利用することができる資源については、食糧需要や耕作地への需要の増加が、エネルギー利用するための資源の供給量に影響を与えると考えられている。⁽³²⁾

日本では、「バイオマス活用推進基本法」(平成21年法律第52号)の第12条において、「バイオマスの活用の推進は、食料が人間の生命の維持に欠くことができないものであり、かつ、健康で充実した生活の基礎として重要なものであることにかんがみ、食料の安定供給の確保に支障を来さないよう行われなければならない。」⁽³³⁾と明記されている。

(2) 水不足との関連

多くの途上国で水へのアクセスが問題になっているなかで、生産に多くの水を必要とする一部のバイオ燃料の生産を過度に推奨する政策を導入すると、水不足といった別の社会問題を発生させる可能性がある。例えば、バイオ燃料の生産プロセスにおいては、1ℓのセルロースエタノールに対して4~8ℓの水が必要になるとされる。水を多く必要としないバイオマス資源の生産を推奨するなど、政策誘導に留意をする必要がある。⁽³⁴⁾

(3) 公害との関連

発展途上国においては、バイオマス資源は熱エネルギー源として重要である。その多くは、非常に低いエネルギー効率で利用されており、エネルギー源として過度に依存することが環境問題を引き起こすおそれがあることが指摘されている。⁽³⁵⁾

2 バイオマス資源の国際取引

バイオマス資源は輸送ができることから、国際的に取引されるエネルギー資源という側面を持つ。例えば、ペレットやバイオ燃料は国際的に取引されるバイオマス資源の代表例で、2012年に国際的に取引された量は820万トンに及ぶとされる。⁽³⁶⁾

(32) IEA, *op.cit.* (5), p.34.

(33) 前掲注(2), 第12条.

(34) IEA-ESTAP and IRENA, *op.cit.* (26), p.19.

(35) IEA, *op.cit.* (5), p.47.

(36) Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), *op.cit.* (10), p.28

バイオマス資源を国際取引するうえでは、取引する資源についての国際的な品質証明や取引する資源の持続可能性についての証明が必要になるという指摘がなされている。また、バイオ燃料を使用することによる温室効果ガスの排出削減効果について、国際的な測定方法の制定と共有化が必要になるという指摘もなされている。⁽³⁷⁾

3 日本におけるバイオマス関連政策とその評価

バイオマスに関する日本の総合政策として、「バイオマス・ニッポン総合戦略」（平成18年3月31日閣議決定）がある。同戦略の総括をするかたちで、2010年に閣議決定された「バイオマス活用推進基本計画」は、2020年における目標設定を行った。具体的には、炭素量換算で年間約2600万トンのバイオマスを利用することが目標とされ、バイオマスの原料区分ごとに目標利用率が示された。⁽³⁸⁾ 基本計画の中には「少なくとも5年ごとに本基本計画に検討を加え、必要があると認めるときは、本基本計画を変更するものとする。」⁽³⁹⁾と明記されており、2015年度に中間見直しが実施される予定となっている⁽⁴⁰⁾。

バイオマス利用を推進する関連行政機関である7府省の相互調整の場として「バイオマス活用推進会議」が、2009年施行の「バイオマス活用推進基本法」に基づいて設置された。同会議の構成府省は、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、環境省となっている。⁽⁴¹⁾

2002年の「バイオマス・ニッポン総合戦略」以来、政府が進めてきたバイオマスの利活用に関する政策について、総務省が2010年度に政策評価書を取りまとめている。総合戦略について、数値目標の設定根拠が明確でないことや、政策のコスト・効果が把握できないことなど、有効性または効率性の観点から課題がみられるという指摘がなされている。そして個別施策・事業については、バイオマス関連施設における堆肥・飼料等の生産物や電気・ガス・熱等のエネルギーの生産量が計画を下回っているものが多いことを明らかにしている。計画通りに原料を調達できないことや、施設において生産物の販路が確保できないことが、計画を下回った要因であると分析している⁽⁴²⁾。

みずほ総合研究所株式会社 社会・公共アドバイザー一部
政策・経営研究グループ 担当研究員 山口 堯史^{やまぐち たかし}

(37) IEA-ESTAP and IRENA, *op.cit.* (26), p.19.

(38) 「バイオマス活用推進基本計画」（平成22年12月17日閣議決定） 前掲注(16), p.11.

(39) 「バイオマス活用推進基本計画」（平成22年12月17日閣議決定） 前掲注(16), p.28.

(40) 総務省行政評価局「バイオマスの利活用に関する政策評価の結果に基づく勧告に伴う政策への反映状況（2回目のフォローアップ）の概要（ポイント）」平成25年6月13日, p.1. <http://www.soumu.go.jp/main_content/000231300.pdf>

(41) 前掲注(2), 第33条.

(42) 総務省『バイオマスの利活用に関する政策評価書』2011, pp.263-285. <http://www.soumu.go.jp/main_content/000102165.pdf>