

国内のバイオガス発電事業

Biogas Power Generation Business in Japan

増井 孝明, 永井 功江, 曹 曉鷗
Takaaki Masui, Yoshie Nagai, Xiaouou Cao

第1事業本部 電力・水事業推進部
Power & Water Business Department, No.1 Business Division

要旨

再生可能エネルギーの1つであるバイオガスエネルギーは、下水汚泥、食品廃棄物、家畜排せつ物といった未利用の有機性資源を利用して生産されるエネルギーであり、資源の有効活用、廃棄物削減、地球温暖化防止効果、自立・分散型エネルギー社会の構築に寄与するものとして注目されている。近年、電力固定価格買取制度の効果もあり、国内においても官民が連携したバイオガス発電事業が組成されている。本稿では、国内のバイオガス発電事業の状況と、水ing（株）が取り組んでいる事例を紹介する。

Abstract:

Biogas is a renewable energy source, which can be produced from regionally available organic raw materials such as sewage sludge, food waste, and animal waste. It is attracting more and more attention due to the following merits: utilization of waste products, reduction in the amount of garbage needing to be disposed of, prevention of global warming, and contribution to social infrastructure through independent and widely-distributed energy production centers. After the implementation of the Feed-in Tariff scheme, an increasing number of companies and municipalities are entering the biogas power generation business in Japan. This report introduces the trends within the biogas power generation business in Japan and some projects that the Swing Corporation is working on.

1. はじめに

1.1 バイオガス発電とは

再生可能エネルギー普及に伴い注目されているエネルギー資源の一つとして“バイオマス”が上げられる。バイオマスとは、「動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの（原油、石油ガス、可燃性天然ガスおよび石炭並びにこれらから製造される製品を除く）」と規定され¹⁾、下水汚泥、食品廃棄物、家畜排せつ物など全国各地に遍在するエネルギー資源と言える。バイオマスは多種多様な種類が存在し、その性状（発熱量、比重、含水率など）、発生形態、発生規模などが異なるため、エネルギーの利用方法も多岐にわたる。

バイオガスとは、バイオマスを原料に無酸素（嫌気）状態で発酵させることで発生するガスのことを言う。一般的にバイオガスは60%前後のメタンと、40%前後の二酸化炭素からなり、

他に微量の硫化水素、アンモニアなどを含む。近年、地球温暖化ガス排出制限・循環型社会形成という観点から、カーボンニュートラルで再生可能なバイオガスを用いた発電の重要性・有用性が認識されつつある。太陽光発電の急速な普及拡大が注目されているが、太陽光や風力に比べて気候や気象の影響を受けない安定的な自立・分散型エネルギーとして更なる普及促進が期待されている。

バイオガス発電の発電方式としては、バイオガスをエンジン、ガスタービンの燃料として利用するケースと、ガス改質により水素を生成して燃料電池として利用するケースがある。現状ではエンジン利用によるコジェネレーションシステムが主流であり、本レポートにおいてはメタン発酵によるバイオガスを直接発電に用いるケースについて述べる。

2. バイオガス発電プロセス

バイオガスは、有機性廃棄物であれば基本的に何でも原料にすることができる。多種多様なバイオマス利用技術の中から、現時点で事業化推進に重点的に活用するバイオマスとして、木質、食品廃棄物、下水汚泥、家畜排せつ物が提案されている²⁾。使用するバイオマス原料によりメタン発酵前の破碎や不適合物の除去などの処理方法に違いが出てくるが、**Fig.1** に一般的なバイオガス発電プロセスの概略を示す。

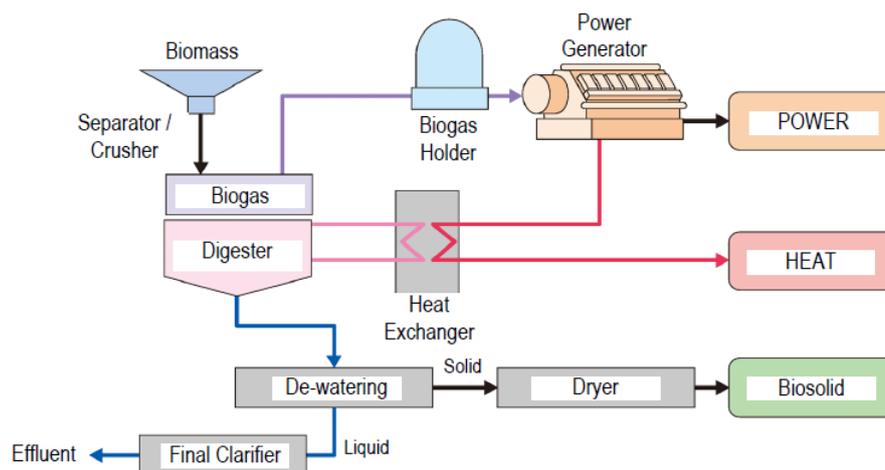


Fig.1 Biogas Power Generation Process³⁾

バイオガス発電システムは前処理設備、メタン発酵設備、バイオガス発電設備から構成される。前処理設備は、収集した有機物から不純物を除去するために設置される。発酵槽は微生物によるメタン発酵を加速させるために通常は 35℃程度に加温されている。この加温に必要な熱はバイオガス発電の排熱で賄われる。発酵槽からのバイオガスには不純物成分として、有毒で腐食性の強い硫化水素が含まれているため、脱硫器により除去し、ガスホルダーに貯留後、ガスエンジン、マイクロガスタービンなどの発電設備に供給され発電が行われる。発酵に伴い生成される発酵残渣(消化液)は汚泥と脱離液に分け、有効活用もしくは適切な処理を行う。

3. 国内バイオガス発電の現状

3. 1 バイオガス発電に係わる政策⁴⁾

バイオマス資源を有効活用するバイオガス事業は、技術および事業化ともに長い歴史がある

もののエネルギーとして社会的・経済的な地位が確立されていないことから事業化への取り組みが普及せず、国内にエネルギー事業として商業的に成り立つバイオガス利用の事例は皆無であった。このような背景のもと、2002年12月に「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定され、バイオマスを貴重なエネルギー資源ととらえ、エネルギーとして利用することが明確化された。2009年9月には「バイオマス活用推進基本法」が施行され、ついで2010年12月に「バイオマス活用推進基本計画」が閣議決定され、バイオマス利用を一層促進するため2020年の利用率目標を掲げ、目標達成に向けて産学官が連携し技術開発、実証、普及などの取組を推進している。東日本大震災・原発事故を受け、地域の未利用資源であるバイオマスを利用した自立・分散型エネルギー供給体制の強化を図ることが重要な課題として浮上し、2012年7月に固定価格買取制度（以下「FIT制度」という。）が実施され、採算の取れるバイオガス事業が可能となり政策による普及に一定の効果が表れ始めている。

3. 2 バイオガスのエネルギーとしての利用状況

メタン発酵施設は、従来、汚泥の減量化、汚泥の性状安定化、病原菌の死滅を主な目的として、国内の下水処理場（約2,200か所）のうち、現在約300か所で導入されてきている。その中で、バイオガス発電など、積極的にエネルギー利用を行っている施設は40か所程度である⁵⁾。多くの下水処理場では、発生するバイオガスをメタン発酵槽の加温用熱源や一部焼却炉補助燃料として使用する以外は、余剰ガスとして燃焼廃棄している。下水処理場の他に、し尿処理施設、食品廃棄物、畜産廃棄物を対象としたメタン発酵施設を合わせると全国で約600か所のメタン発酵施設が設置されている⁶⁾。しかしながら、設備維持費用の増大や利用率の低下による稼働停止などの問題からバイオガスをエネルギーとして利用するプロセスはあまり普及していないのが実状である。Fig.2、Fig.3に2012年にFIT制度が開始されて以降のFIT制度におけるバイオマス発電設備認定件数および導入件数を示す。制度開始以降、バイオガスプラントの設置は増加傾向にある。施行から2014年10月末時点で設備認定を受けたメタン発酵によるバイオガスプラントは73件で、そのうち稼働を開始したのは36件に上る。

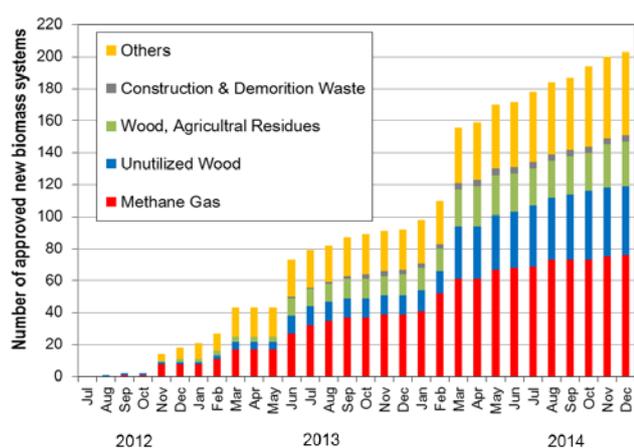


Fig.2 Number of approved biomass systems⁷⁾

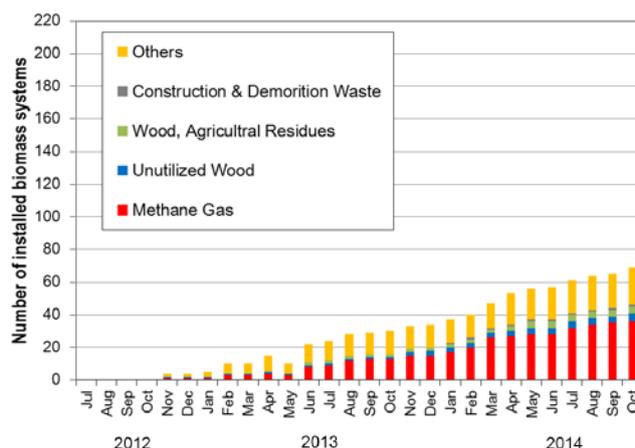


Fig.3 Number of installed biomass systems⁷⁾

3. 3 国内バイオガス発電事業

下水汚泥は発生量が安定し、回収基盤が確立し下水処理場に集積するという特徴により、事

業化を進めるにあたっては有利な条件を備えている。既存の下水汚泥の消化設備を有効利用することで、低コスト・効率的なバイオマス利活用システムの構築が可能であるため、FIT 制度の開始により、官民双方にとって利益を創出する下水処理場を活用したバイオガス発電事業が急速に普及している。自治体が保有する既設のメタン発酵槽を用いることで、自治体にとっては事業資金が不要で、施設を保有する必要が無いため、比較的容易に導入することが可能である。しかし、メタン発酵槽やガス発電設備の運転実績、ノウハウを保有し、長期に渡った事業運営を可能とする経営基盤を持つ民間企業は少なく、参入障壁が高い分野の1つとも言え、国内においても限られた企業によって独占されているといっても過言ではない。Table 1 に民間事業者による FIT 制度開始後の下水汚泥を利用したバイオガス発電事業と主な事業者を示す。

FIT 制度により、バイオガス発電事業に参入する下水処理施設は増加しているが、一方で既存の発酵槽の大半は中小規模であり、ガスエンジンやマイクロガスタービンによる発電は採算性、および安定した出力維持の観点からみても事業性が低いとみなされている。対策として、下水処理場外で発生する他のバイオマスとの混合利用によって原料を安定的に確保することが推奨されている。地域で安定供給可能なバイオマス原料を特定し、地域へのメリットとエネルギー生産量が大きくなる組み合わせを検討し、事業を組成していける技術力と案件形成力が今後さらに企業に期待される。

Table 1 Recent Major Biogas power projects and its players

事業名称	事業者・事業主体	発電設備容量	事業期間 (予定)
大村浄水管理センター消化ガス発電事業 (長崎県大村市)	月島機械	250kW	2014年7月~2034年6月
宮崎処理場消化ガス発電事業 (宮崎県宮崎市)	月島機械	275kW	2015年4月~2035年3月
創エネルギー・廃棄物処理事業 (栃木県鹿沼市)	月島機械	250kW	2015年6月~2035年5月
鶴岡浄化センター消化ガス発電事業 (山形県鶴岡市)	水ing	300kW	2015年10月~2035年9月
守谷浄化センター消化ガス発電事業 (茨城県守谷市)	水ing	175kW	2015年10月~2035年9月
八重田浄化センター消化ガス有効利用事業 (青森県青森市)	月島機械	n/a	2016年4月~2036年3月
豊川浄化センター汚泥処理施設等整備・運営事業 (愛知県豊橋市)	メタウォーター	n/a	2016年10月~2036年3月
大阪市下水処理場消化ガス発電事業 (大阪府大阪市)	月島機械	3,000kW	2017年4月~2037年3月
バイオマス資源利活用施設整備・運営事業 (愛知県豊橋市)	JFEエンジ	n/a	2017年10月~2037年9月
藤枝浄化センター消化ガス売却事業 (静岡県藤枝市)	月島機械	150kW	2018年4月~2038年3月

4. 水 ing のバイオガス発電事業への取組み

4. 1 水 ing の事業概要

水 ing(株)は、当社と三菱商事、荏原製作所が均等出資する総合水事業会社である。水 ing の概要を Table 2 に示す。

Table 2 About “Swing Corporation”

事業内容	水処理プラント (上水・下水処理場) の設計、建設、保守管理 機器・環境薬品の開発、販売、水質の検査、測定、分析業務 資源再生技術の開発、発電プラントの設計、建設、保守管理
資本金	55億円 (2014年4月現在)
売上高	694億円 (2013年3月期)
従業員数	3306人 (2014年4月現在)
海外拠点	上海・マレーシア・ベトナム・インドネシア・サウジアラビア

水ingは、水処理事業の1つとして下水処理場のEPC、運転維持管理業務を長年にわたり行っており、下水汚泥の処理に伴うメタン発酵槽および発電設備のEPC、運転維持管理に係る豊富な知見を保有している。FIT制度が開始された後、メタン発酵槽を保有する下水処理場を中心に、バイオガス発電事業に関心を持つ自治体が増加する中で、実績だけでなく事業案件形成力、資金調達力を伴う水ingにとっては新たなビジネスチャンスとなっている。

4.2 水ingのメタン発酵施設の特徴

水ingは、これまでに数々のメタン発酵施設の建設実績を持ち、その対象原料は下水汚泥に限らず、し尿汚泥、家畜排せつ物、食品廃棄物など多岐にわたり、施設規模も5t/日から130t/日以上と幅広く対応している。水ingは特に多様な原料に適合する前処理設備の技術・実績に強みを持ち、優位性を保っている。また各種データの蓄積を生かした運転支援も実施しており、事業者としての強みも有している。

4.3 水ingのバイオガス発電事業の紹介 ～ 山形県鶴岡浄化センター消化ガス発電事業

鶴岡市のメタン発酵槽を保有する下水処理場において、水ingが自己資金にてガス発電設備を建設し、鶴岡市から購入したバイオガスを燃料として発電し、FIT制度を利用して電力事業者（東北電力）に販売する。BOO（Built-Own-Operate）方式による20年間の事業である。

従来、メタン発酵槽にて生成されたバイオガスは、一部を発酵槽の加温に使い残りは焼却処分していた。鶴岡市にとっては、初期投資費用無しで、廃棄していたバイオガスを販売することにより、下水道使用料以外の新たな収入源を確保することができ、水ingにとっては、FIT制度により、20年間にわたって安定した収益を確保することが可能となる。Fig.4に本事業のスキーム図を示す。



Fig.4 Business Scheme

本施設には出力300kWのガスエンジが設置され、年間想定発電量は一般家庭約560世帯分に相当する200万kWhとなる。Fig.5に一般的な下水処理場でのバイオガス発電システムの概略を示す。

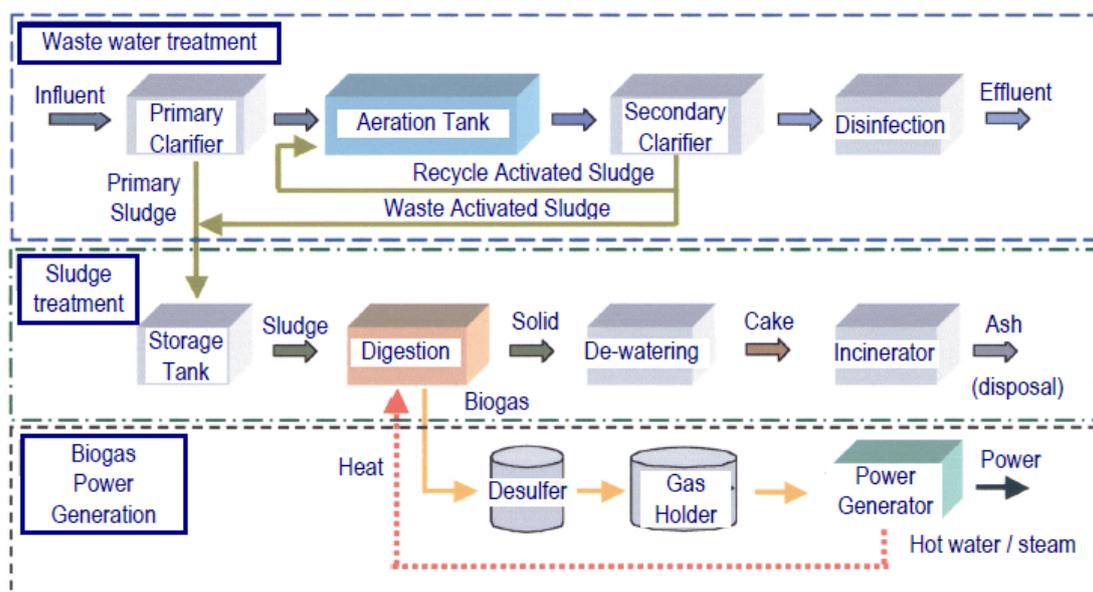


Fig.5 Process flow for sewage sludge treatment⁸⁾

5. おわりに

2011年の東日本大震災により再生可能エネルギーへの関心および導入の重要性が高まっている。とりわけ各自治体においては、地域内にあるバイオマスからエネルギーを生み出し、地域内で消費する「エネルギーの地産地消」の取り組みが活発化しており、2014年度の補正予算案においても地産地消型再生可能エネルギー利用推進事業費の補助金として78億円が予定されている。日本国内に限らず、資源の有効活用、廃棄物削減、地球温暖化防止対策といった課題に直面している国は少なくない。水ingのノウハウや技術力を活用し、当社が海外展開をサポートすることで、水ingの成長と地球環境保全に貢献していきたい。

6. 参考資料

- 1) 経済産業省, エネルギー供給構造高度化法施行令第4条, 2009.
- 2) 農林水産省, バイオマス活用推進会議, バイオマス事業化戦略, 2012.
- 3) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 再生可能エネルギー技術白書, 第2版, 2014.
- 4) 日本下水道事業団 技術評価委員会, エネルギー回収を目的とした嫌気性消化プロセスの評価に関する報告書, 2012.
- 5) 日本下水道事業団 技術戦略部, 下水汚泥と食品廃棄物混合処理の現状と課題について, 2013.
- 6) 野村達也, バイオマスのメタン発酵によるエネルギー拠点の形成 新エネ地域再生研究会講演資料, 2012. http://www.nikkeicho.or.jp/wp/wp-content/uploads/1301_01ec.pdf
- 7) http://www.fit.go.jp/statistics/public_sp.html
- 8) 下水汚泥処理における消化ガス発電の現状と動向, TESLA 建設電気技術, 2003, 142, p. 32-33.