

どうやって  
実現する？

# 明るく豊かな ゼロエミッション 社会

連載  
【第3回】

岩崎 博 Iwasaki Hiroshi

低炭素社会戦略センター 特任研究員

河原崎 里子 Kawarasaki Satoko

低炭素社会戦略センター 研究員



## バイオマスで 脱炭素に挑む

若手商社員・皆川豊を主人公としたストーリー仕立てで、低炭素社会戦略センター(LCS)が発行する提案書を読み解く連載の第3回。前回、LCSの磐田朋子客員研究員に「個人ができる脱炭素への貢献」の話からバイオマスについてのヒントを受けた皆川。今回はLCSでバイオマス廃棄物のメタン発酵最適化を手掛ける岩崎博特任研究員、そして木質バイオマス生産コスト低減を手掛ける河原崎里子研究員に、バイオマスを活用した脱炭素への取り組みについて聞いた。

### 生き物由来の資源を発酵 資源価値の高いメタンへ

**皆川:**今日はバイオマスについてお話を伺いに来ました。太陽光や風力、水力などの再生可能エネルギーに比べ、比較的なじみが薄いように思いますが、バイオマスとはどのようなものを指すのでしょうか？

**岩崎:**バイオ=生物、マス=質量で、生物由来のモノ全般を指します。そういった意味で私たちの体もバイオマスですが、「資源」という文脈では、稲わらやパーム油の搾りかす、食品生産時に排出される残りかす、家庭や店から出る生ごみ、人間や家畜のし尿、それに木材などが含まれます。ちなみに石炭や石油も、数千万～数億年前に暮らしていた生き物由来の資源ですが、これら化石燃料はバイオマスには含まれません。

**皆川:**化石燃料もバイオマスも、燃やせば二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を排出する点では同じだと思うのですが、なぜバイオマスだけが再生可能エネルギーに含まれているのですか？

**河原崎:**バイオマスのエネルギーは、元をたどれば全て植物の光合成によって固定された太陽エネルギーです。光合成で吸収したCO<sub>2</sub>を燃焼時に排出するので、差し引き排出ゼロになるわけです。一方、化石燃料は何億年という時間スパンで植物がCO<sub>2</sub>を固定したものなので、人間生活の時間スパンでは燃やせば燃やすほど大気中のCO<sub>2</sub>を増やしてしまいます。

**皆川:**岩崎さんはそんなバイオマスの中でも、メタン発酵の研究をされているんですね。

**岩崎:**はい、主に下水の汚泥や家畜のし尿などから、微生物の働きによって取り出す有用なガス資源はバイオガスと呼ばれます。その中でも特に扱いやすく、資源としての価値が高いメタンを取り出す研究をしています。湿原や沼で泡がポコポコ湧いているのを見たことがありませんか？あれは水の底に溜まった有機物を微生物が分解する際に生まれるガスです。あの働きを人工的な環境でコントロールして、高効率でメタンを集めることが研究テーマです。

### 野生の嫌気性菌が働く 経済的な方法を探索中

**皆川:**微生物の働きとこのことですが、何か特別な菌を使うのでしょうか？

**岩崎:**原料となる汚泥には炭水化物や有機酸をはじめとした非常に多種多様な有機物質が含まれています。それぞれの物質に対して、その分解を得意とする微生物種が存在しており、ある菌が分解した物質をさらに別の菌が分解するというように、汚泥の中では物質と微生物の複雑な生態系ネットワークができています。そして最終的にメタンを作るのは、メタン生成菌です。

**皆川:**働いている菌に共通の特徴はありますか？

**岩崎:**嫌気性菌といって、酸素がな

い環境でも生活できるという特徴があります。全て汚泥中にもともと存在している野生の菌で、お酒などの発酵食品を作るときのように、培養した菌を添加することはありません。

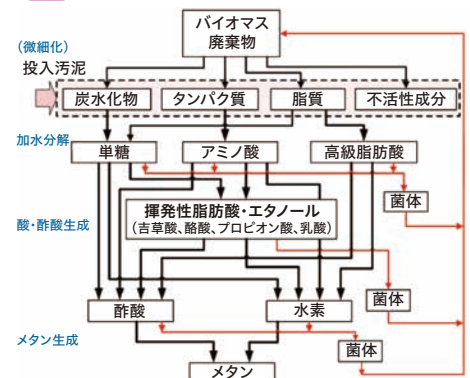
**皆川:**メタンは、私たちが普段使っている天然ガスの主成分ですよね。コストはどちらの方が安いのでしょうか？

**岩崎:**残念ながら現状では天然ガスの方が、はるかに安価です。ですから、もっと効率的なメタン発酵を実現すべく、汚泥の濃度や温度、pHなどをコントロールして、最も経済的な発酵方法を探っているところです。ちなみにpHがアルカリ性寄りだとメタンが、酸性寄りだと水素がより多く発生するんですよ(図1)。

**皆川:**水素をメインターゲットにする計画もあるのですか？

**岩崎:**確かに水素は燃料電池や工業用途などに非常に有用ですが、現状ではメタンの方が貯蔵や輸送などの

図1 メタン発酵・水素発酵 素反応



出典:バイオマス廃棄物のメタン発酵(Vol.4)—発酵槽の2段化などの合理化と水素発酵の検討—(fy2019-pp-10 図1)

点で扱いやすいため、今のところメタン生成に注力しています。

**木質のコストは北欧の6倍  
事業規模と集約化・高効率化が課題**

**皆川:** 続いて、河原崎さんに木質バイオマスについてお伺いします。岩崎さんと同じくバイオマス資源のコスト低減の研究をされているそうですが、同じバイオマスでも、メタン発酵とは随分勝手が違いそうですね。

**河原崎:** はい、木質バイオマスは、他のあらゆるエネルギー源と比べても、かなり性質が異なります。エネルギーとしてだけではなく、材料としての価値もとても高いですね。

**皆川:** 昔ながらの材木や製紙はもちろん、最近ではプラスチックや水素の原料にもなるそうですね。しかし日本の林業は、担い手の高齢化や放置された山林など、ネガティブなニュースを聞くことが多い気がします。

**河原崎:** 戦時中に大量伐採され、その後の拡大造林期に植林された木々が伐採時期を迎えています。しかし、この資源が十分に活用されているとは言えません。本質的な問題はコストです。植林から下刈や間伐の管理、伐採、輸送に至るまでのコストが高く、輸入材に対して価格競争力がありません。するとビジネスとしての魅力が弱く、従事者や資金が集まらないという流れになっています。

**皆川:** 逆に、林業の競争力が強い国はどんな感じですか？

**河原崎:** いい質問です。世界でも有数の林業国のスウェーデンと北海道の丸太生産量あたりのコストを比較してみました(図2)。

**皆川:** 北海道のコストは約6倍ですか！勝負にならないわけですね。北欧というと人件費が高そうなイメージですが、どうしてこんなに差がついてしまったのですか？

**河原崎:** 事業規模の差と、集約化・高効率化の徹底です。スウェーデンでは大きな資本が中心で、民間的林業請負会社が巨大で高機能な林業機械を用いて、24時間交代制で効率よく作業しています。機械のオペレーション室は快適で、労働生産性が非常に高く、従業員の給料も良いです。会社は山林所有者からの発注を受け、山林の維持から木材の伐採・運搬・販売に至るまでサプライチェーンの多くを担っています。

**皆川:** なぜそれほどの資本が集まるのでしょうか。

**河原崎:** 投資が集まる要因の1つは先ほどお話した収益性の高さ、そしてもう1つは長期的な見通しの立てやすさです。特に後者は、持続的な林業を推進するために、長期的な計画に基づいて森づくりを行ってきた結果です。近年では資源量を常に把握した計画的な林業が定着し、資源量は一定で推移しています。

**皆川:** サステナビリティがビジネス上の大きな魅力になっているのですね。

**社会的制約を乗り越えて  
持続するシステムづくりを**

**皆川:** 日本にも十分な資源量があると思うのですが、日本も同じように

はできないのでしょうか。

**河原崎:** 日本の山林は急斜面が多いといった自然の制約もありますが、一番のネックは社会的な制約ですね。日本の人工林の約半分が個人所有で、しかも50ヘクタール以下の小規模なものが7割です。大規模で集約的な林業を行う資金も、それに見合う森林ありません。

**皆川:** それならば、どうにか資金を調達して大規模な事業体をつくって、パッチ状に所有者が分かれた森をひとまとまりで扱えば良いのでは？

**河原崎:** まさにそれが私たちの考えていることです。森林の成長と資源分布、地形などを考慮に入れ最適化した、集約的で持続的な林業システムをつくりたいと考えています。

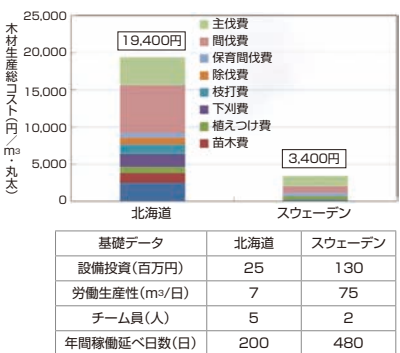
**岩崎:** 社会的な制約がネックになっているのはバイオガスも同じですね。規模を大きくしないと価格競争力を得るのは難しいですし、行政や民間からの支援も必要です。それに、メタン発酵ではなかなか都市ガス並みのメタン濃度を得るのは難しく、そのままでは既存のガス機器で利用できません。バイオガスだけでも使える機器環境がそろえば、普及が進む可能性はかなり高まるはずですよ。

**皆川:** 他の再生可能エネルギーも同様だと思いますが、科学技術だけではなく、それを取り巻く社会的・経済的環境が大事なんですね。「環境」を守るためには「環境」が大事、我が社のビジネスにもつながりそうです！今日はありがとうございました。

ーなお、物語は取材を元にしたフィクションである。

(TEXT・PHOTO: 福井智一)

**図2 丸太生産各プロセスのコスト比較 (主伐量150m<sup>3</sup>/ha)**



出典:木質バイオマス燃料のコスト低減—林業素材生産コストの機械化推進による低減効果—(fy2015-pp-06 図1)



広島大学 大学院先進理工系科学研究科 教授  
**松村 幸彦**

**ワンポイントアドバイス**

脱炭素社会では太陽光や風力の余剰電力を水素にして有効利用することで、従来よりも格段に安価な水素を利用することができます。この提案は、メタン発酵で副生し、通常は有効利用されない二酸化炭素も、水素を用いてメタンに変えることで、有効利用を行うもので、微生物を使うために温和な条件で実現できるメリットがある斬新なプロセスです。脱炭素社会を支える技術の1つとして検討の余地のある技術です。