



東京大学農学部公開セミナー
第 54 回

「生き物が造り出す価値あるもの」

講演要旨集

~~~~~ プログラム ~~~~~

【 開会の挨拶 】

挨拶 研究科長 丹下 健

13 : 35 ~ 14 : 25

微生物が造り出す価値あるもの

応用生命工学専攻

教授 大西 康夫

【 休憩（10分） 】

14 : 35 ~ 15 : 25

バイオマスエネルギーの現状と課題

生物・環境工学専攻

教授 芋生 憲司

【 休憩（10分） 】

15 : 35 ~ 16 : 25

未来を拓け！環境にやさしい

バイオプラスチック

生物材料科学専攻

教授 岩田 忠久

【 閉会の挨拶 】

司会 准教授 永田 宏次

日時 2018年6月23日（土）13:30~16:30

場所 東京大学弥生講堂・一条ホール

主催 東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

共催 （公財）農学会

## プロフィール

おおにし やすお  
**大西 康夫**

応用生命工学専攻 醗酵学研究室

### 主な研究活動

主に放線菌の研究をしています。放線菌は抗生物質などの薬を作る微生物として知られていますが、その生合成の仕組みを明らかにすることに取り組んでいます。一方、放線菌の中には遊走子が詰まった孢子嚢を作るという不思議な生き方をしているものがあり、細胞の休眠や覚醒の仕組みの解明にも取り組んでいます。

いもう けんじ  
**芋生 憲司**

生物・環境工学専攻 生物機械工学研究室

### 主な研究活動

農業用ロボットおよびバイオマスエネルギーを専門とする。バイオマスエネルギーは再生可能エネルギーの一つとして期待されているが、コストの高さ、食料との競合、土地利用の問題等課題が多い。これらを克服するため、現在は稲わらを原料とするバイオエタノール、微細藻類からの燃料製造、各種バイオ燃料の LCA について研究している。

いわた ただひさ  
**岩田 忠久**

生物材料科学専攻 高分子材料学研究室

### 主な研究活動

プラスチックは石油からつくられるというこれまでの常識を覆し、天然多糖類や植物油などのバイオマスからつくられ、強度や耐熱性に優れた「バイオマスプラスチック」の開発に挑戦しています。さらに、環境中で分解する「生分解性プラスチック」や体内で吸収される「生体吸収性プラスチック」の実用化に向けた取り組みも展開しています。

# 微生物が造り出す価値のあるもの

応用生命工学専攻 教授 大西 康夫

## 1. 微生物と発酵食品

微生物とは肉眼では見えない生き物の総称であり、極めて多様性に富む生物群である。微生物と聞くと、病原菌や食品に生えたカビなど、マイナスのイメージをもたれる方が多いのではないだろうか。しかしながら、人類は微生物の存在を認識するはるか以前から、微生物を利用し、その恵みを享受してきた。そう、ビールやワインなどのアルコール飲料、数々の発酵食品などである。昨日、今日、口にしたものを思い浮かべていただきたい。きっと微生物が関わってる食品が続々と出てくると思う。パン、ヨーグルト、チーズ、味噌、醤油、酢、鰹節、漬物、納豆、塩辛、種々のお酒....。「微生物が造り出す価値のあるもの」、やはり最初に発酵食品をあげないわけにはいかないだろう。なお、発酵食品ではないが、うま味調味料として食品に使われるグルタミン酸ソーダも微生物によって製造されている。



## 2. 微生物と薬

1928年に青カビから発見されたペニシリンは世界初の抗生物質であるが、当時はまだ抗生物質という言葉はなかった。抗生物質という言葉が生まれたのは、1943年に放線菌からストレプトマイシンが発見されて以降のことである。ストレプトマイシンは結核の特効薬として多くの人々の命を救ったが、感染症の原因となる病原菌を殺す薬だけにとどまらず、抗寄生虫薬、抗がん剤、免疫抑制剤など、さまざまな薬として使われる化合物が微生物から単離されている。オンコセルカ症やリンパ系フィラリア症の特効薬となった抗寄生虫剤エバーメクチンの発見により、大村智博士がノーベル賞を受けたことは記憶に新しいのではないだろうか。そう、「微生物が造り出す価値のあるもの」として、薬は忘れてはならないものである。



# バイオマスエネルギーの現状と課題

生物・環境工学専攻 教授 芋生 憲司

## 1. バイオマスエネルギー

バイオマスという言葉は、元々生態学の分野で単位面積もしくは単位体積あたりの生物有機体の量を表す用語であったが、オイルショックの後、生物のエネルギー資源としての側面を表す言葉として使われるようになり、近年ではさらに広く人間生活に役立つ生物資源を表す言葉として使われている。本セミナーではバイオマスのエネルギー利用について概要を紹介する。

## 2. バイオマス発電

2015年の世界の発電量は約 24.3 PWh ( $24.3 \times 10^{15}$  Wh) であり、このうちの 2.2%がバイオマスおよびバイオマス由来の廃棄物を燃料としている。同年の日本の発電量は約 1.0 PWh でこのうちの 4.0%がバイオマスおよび廃棄物による。日本では 2003 年に施行された「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」(RPS 法)で、電力会社に一定割合以上の新エネルギーの利用が義務づけられたため、多くのバイオマス発電所が建設され、燃料の廃木材が不足気味になった。このため間伐材等の未利用材も利用されはじめたが、収集・運搬コストが高いため事業性に難があった。そこで 2012 年に施行された「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」(固定価格買取制度)では未利用材による電力の買い取り価格が高く設定され、未利用材の使用が促進されている。バイオマス発電は太陽電池や風力と異なって出力が安定していることから、ベース電力として評価が高い。一方で、無理な間伐の実施や、輸入バイオマスの急激な増加が問題視されている。

## 3. バイオ燃料

バイオマスエネルギーのもう一つの利用形態はバイオ燃料である。図 1 に示すように、原料バイオマスの成分の特徴により、多種類の燃料が製造されている。セルロース系バイオマスを酸素の少ない条件で加熱すると、熱分解して水素と一酸化炭素を含むガスが発生し内燃機関の燃料として利用できる。このガスからメタノールなどの液体燃料を合成することも可能である。急速熱分解はバイオマスを数秒の間に加熱・冷却することで可燃性の液体を作る方法である。出来る液体はバイオオイルと呼ばれ、ボイラ燃料として実用化されている。またセルロース系原料からエタノールを製造する、いわゆ

る第二世代バイオエタノールが活発に研究されている。

デンプンと糖からはエタノールが生産されている。2016年にアメリカではトウモロコシを原料にして5,803万kL、ブラジルではサトウキビを原料にして2,761万kLのエタノールが生産された。これらの第一世代バイオエタノールは食料生産との競合が問題視され、今後の大幅な拡大は困難と思われる。植物の油脂は軽油代替燃料としてディーゼルエンジンに用いられている。食品廃棄物、家畜糞尿、下水汚泥などの湿潤性廃棄物からはメタン発酵によりバイオガスが生産され、熱源や発電に用いられる。またバイオガスを改質して水素を製造する実証事業も行われている。日本で世界初の燃料電池自動車が出産されたこともあり、水素社会の実現に期待が膨らんでいる。

#### 4. おわりに

バイオマスは再生可能エネルギー資源として使用量が伸びている。しかし世界で使用される化石燃料は莫大な量である。例えば2015年に世界で生産された燃料用バイオエタノールは約9,700万kLである。これを発熱量で換算すると約6,300万kLのガソリンに相当する。一方で同年に世界で消費されたガソリンは約18億kLである。バイオマスは化石エネルギーのほんの一部を代替できるに過ぎない。従って再生可能エネルギーの普及と同時に、将来のエネルギー利用のあり方や社会システムをどのようにするのか、どのようにあるべきかという根本的なビジョンが必要であり、そこからバックキャストにより現在とすべき行動を検討する必要がある。

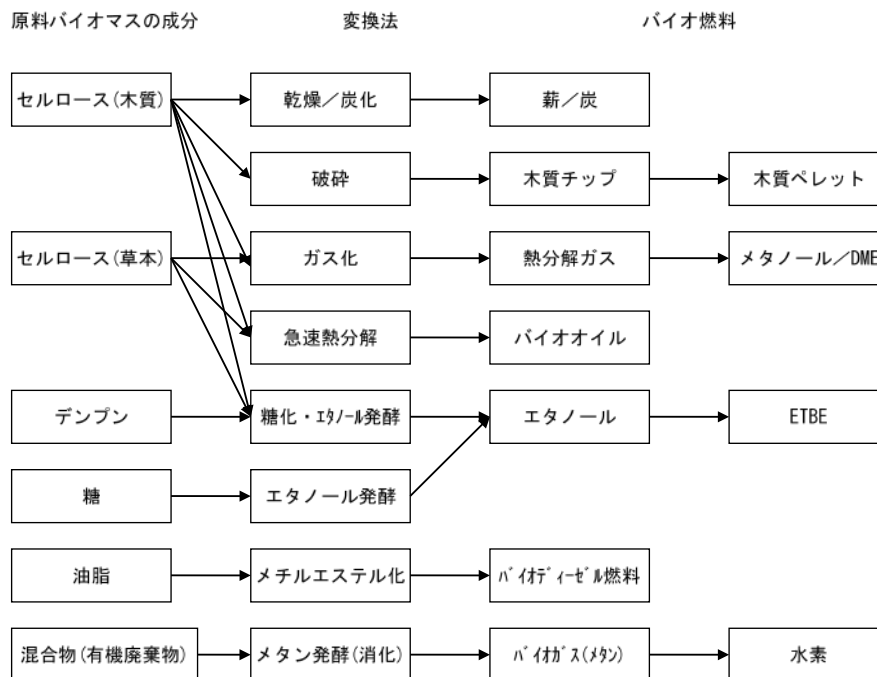


図1 各種バイオマスからのバイオ燃料製造

# 未来を拓け！環境にやさしい バイオプラスチック

生物材料科学専攻 教授 岩田 忠久

## 1. プラスチックの抱える課題

プラスチックは、石油からつくられ、軽くて、丈夫で長持ち、いろいろな形に加工でき、私たちの生活に欠かすことのできない優れた材料です。しかし、限りある石油資源の有効利用、製造および焼却時に発生する二酸化炭素による地球温暖化、プラスチックごみが引き起こす様々な環境問題が世界的にクローズアップされ、それらの解決が望まれています。

## 2. バイオプラスチックとは

私たちは、持続可能なプラスチックの生産と美しい地球環境を子々孫々にまで残すための取り組みとして、「バイオプラスチック」の開発に取り組んでいます。バイオプラスチックとは、環境中の微生物の分泌する分解酵素の働きにより二酸化炭素と水にまで完全に分解される「生分解性プラスチック」と、再生産可能資源である植物バイオマスなどから微生物変換や化学変換の手法によって作られる「バイオマスプラスチック」との総称です。



### **3. 微生物がつくりだすバイオプラスチック**

自然界には糖や植物油を炭素源として体内にポリエステルを蓄積する微生物が存在します。私たちはこの微生物を用いて、炭素源の種類を変えることにより、硬くて強い性質から柔らかくてしなやかな性質を持つバイオポリエステルを生合成することに成功しました。私たちが開発したバイオポリエステルは、土壌中や海水中で分解される生分解性という優れた機能を有しており、農業用のマルチフィルム、植樹用のポット、釣り糸など、使用後に完全に回収できない分野で主に使われています。また、生体内で吸収されることから、手術用の縫合糸や細胞増殖足場材など医療分野での利用も検討されています。

### **4. ミドリムシからつくるバイオプラスチック**

自然界には木材から抽出されるセルロースやエビやカニなどの甲殻類の殻から抽出されるキチンなど、様々な天然多糖類が存在します。今回私たちは、ミドリムシ（ユーグレナ）が生合成する多糖類の一つであるパラミロンを化学的に変換することにより、フィルム、繊維、射出成型品など様々な製品をつくることに成功しました。

### **5. 虫歯菌から取り出した酵素でつくるバイオプラスチック**

私たちは、虫歯菌がつくる酵素を取り出し、砂糖水に加えることにより、これまでにない新しいプラスチックを開発することに成功しました。合成したプラスチックは、ポリエチレンテレフタレート（PET）やナイロンよりも優れた熱的性質を持ち、フィルムや繊維にも成型加工が可能なことから、エンジニアリングプラスチックとしてさまざまな分野での利用が期待されます。

### **6. バイオマス化学産業の創出を目指して**

今後は、石油合成プラスチックよりはるかに優れた性能やバイオマスプラスチックならではの特徴的な性質を持つプラスチックの開発を行わねばなりません。生分解性機能に関しても、使用中は分解せず、使用後は速やかに分解が開始する分解開始機能の付与などが必要です。私たちは、石油化学産業に代わる新しいバイオマス化学産業の創出を目指して日々努力しています。