Japanese Society of Microbial Ecology

# 微生物は友達！
## ～おいしい食べ物をつくり、植物を助け、水や土をきれいにして、ごみを宝にする微生物たち～

Microbes as human associates which make delicious foods, enhance plant growth, clarify water and soil and make raw garbage into treasure

染谷　孝
佐賀大・農学部

微生物の多くは目には見えないが、彼らの中には、発酵食品はもちろんのこと、植物の発育促進、水や土壌の浄化、生ごみを堆肥やメタンガスなどの資源に変える働きを持つものもあり、人間にとって心強い友達のような存在だ。その一端を紹介したい。

### 1．顕微鏡で見る微生物

環境中に住んでいる微生物の中には，植物や動物の病原菌もいるが、大部分は非病原性で、自然生態系の一員として働いている。これらの微生物を研究する手法の一つに蛍光顕微鏡がある。これで見る微生物は，まるで夜空に輝く星のようで、とてもきれいだ（図１）。

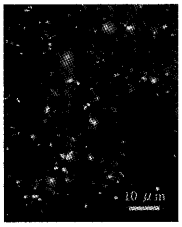


図１　土壌中の微生物
蛍光顕微鏡の画像で、多数の細菌が観察される

### 2．植物を助ける微生物

土壌の中には、植物と助け合って暮らしている微生物がたくさんいる。これを「共生」と言う。戦争ばかりしている人間は彼らを見習わないといけないな。

#### （1）根粒菌

マメ科植物の根には根粒と呼ばれるツブツブが着いていて、その中に根粒菌という細菌が共生していることは、知っている人も多いだろう。ダイズやマメ科の野草（カラスノエンドウなど）の根を掘ってみると観察できる。根粒菌は空気中の窒素をアンモニアに変える「窒素固定」をおこない、アンモニアを植物に与え、植物からは光合成産物（糖類）をもらう。根粒菌は、地球上の全窒素固定量の約半分を担っていて、マメ科植物だけでなく、地球上のすべての生き物に利益をもたらしているといえる。新しく開墾された土地にはダイズの根粒菌が住みついていないので、ダイズは育ちにくい。そこで、ダイズ根粒菌を大量培養して種子にまぶすと、ダイズの発育が良くなる。

図２　アカマツの根と共生する菌根菌

#### （2）菌根菌

植物の根にからみつき「菌根」を作るカビやキノコの仲間があり（キノコも微生物！）、「菌根菌」と呼ばれている（図２）。彼らは根から土壌中に菌糸を広く延ばし、水分やリン酸を集めて植物に渡す。この働きを利用して、熱帯雨林の再生や、長崎雲仙普賢岳など火山荒廃地の緑化などが進められている。

### 3．環境を浄化する微生物

人間が作り出した汚染物質が、海や土壌などの環境汚染を引き起こしている。しかし、そのような汚染物質を分解してくれる微生物がいる。微生物を使って環境を浄化する技術をバイオレメディエーションという。このとき、もともと環境に住みついている微生物（常在菌）を元気にさせて浄化させる方法と、分解菌を大量培養して環境に放出する方法とがある。

#### 石油分解菌

1997 年、日本海沖でナホトカ号という石油タンカーが座礁し、多くの原油が海に流出した。そのとき、海岸に漂着した石油を、石油分解菌を用いて浄化する実験がおこなわれて、成功した。このとき、石油分解菌にとって石油は「白いご飯」（炭素原）なので、おかず（窒素、リン酸、カリ）を補った。これは化学肥料と同じ成分なので、環境にたくさん散布すると、「富栄養化」という副作用をもたらしてしまうかも知れない。そのため、注意深くおこなう必要がある。

### 4．廃棄物を資源化する微生物

ごみを堆肥にしたり、ごみで発電したりするときも、微生物は活躍している。

#### （1）メタン生成菌

生ごみを微生物に分解させてメタンガスを作り、それでガスタービン回して発電することができる。このとき、メタン生成細菌が活躍する。彼らの栄養源は酢酸などの有機酸や水素ガスなので、有機酸生成菌や水素生成菌など他の微生物の協力も必要だ。そう遠くない未来、生ごみを入れたら走る自動車ができるかも？

図３　メタン発酵槽内のメタン生成菌

#### （2）堆肥化微生物

生ごみや家畜糞は、捨てればゴミとなり環境を汚すが、堆肥にすれば立派な肥料になる。だから堆肥を作る微生物も、環境浄化に一役買っているということが言える。

### おわりに

このように、いろいろな微生物が人間の心強い友達として活躍している。そのなかには、「微生物資材」として売られているものも多数ある。しかし、現在のところ微生物資材には公的な品質基準がないため、効果の怪しげなものも少なくない。「団子にして海にまくときれいになる」というものもあるが、その真偽は科学的に判断する必要がある。そして何より、環境を汚さずゴミを出さない生活スタイルや社会を作ることが先決だ。微生物がきれいにしてくれるからといって環境を汚しては、本末転倒だ。

# 微生物のハンティング
## Hunting Microbes from Nature

福井　学
北海道大学・低温科学研究所
(http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/micro-ecol/MicroEcol.htm)

ほぼ40 億年前に地球上に生命が誕生して以来、多種多様な微生物が進化してきました。現在、地球上にさまざまな環境があります。それぞれの環境条件に適応した微生物が存在するのですが、これらの微生物を培養し、単離するための方法と地球上での役割についてご紹介します。

私たちの手で培養できる微生物種は、数千種とも言われています。未だに培養できないでいる微生物の種は、１０万種とも、百万種とも、千万種とも推定されています。このことは、私たちの知らない微生物が地球上にはたくさん存在していることを示しています。つまり、未知の微生物をハンティングできる可能性がたくさん残されています。あなたも、新しい微生物種を発見できるチャンスです。さあ、野外に出かけよう！そして、未知の微生物ハンティング！

### 1) 生育場所へのアプローチと採取

図 1 典型的な干潟の泥の様子

さて、松山南高校の皆さんにとっては、身近な自然と言えば、瀬戸内海でしょう。大潮の日、干潟に出て見ましょう。

図１のように、干潟の泥の表面は赤茶けていますが、スプーンで掘り返すと真っ黒な泥が現れます。そして、この泥の臭いを嗅いで見よう！卵の腐った臭いがします。これは硫化水素の臭いです。泥が黒色なのは、硫化水素と泥に含まれている鉄とが反応して硫化鉄（黒色）ができているためです。

なぜ、硫化水素が干潟の泥から発生するのでしょうか？干潟は、有機物の浄化機能があることが知られています。泥の表面で活発な好気的な有機物分解が生じると、泥の深いところは酸素の無い世界が発達します。こうした場所では、海水中の硫酸イオンを用いて、有機物を分解する微生物が活躍します（微生物学的硫酸還元）。その結果、硫酸イオンが還元されて硫化水素が発生するのです。

この泥と海水を学校の理科室に持ち帰り、干潟の硫黄の循環にかかわる微生物の培養をしてみましょう。

### 2) 集積培養と単離

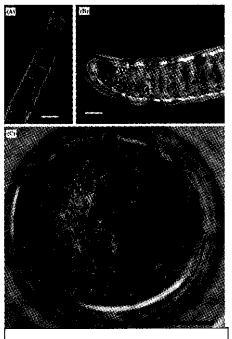


図 2　干潟の泥と海水境界に発達した微生物マット（下）とベギアトアの顕微鏡写真（上）

良く洗ったジャムの瓶の半分くらいまで泥を入れ、残りを海水で満たし、空気が入らないように蓋をしましょう。光に当てないようにしながら、室温で１週間培養してみましょう。そうすると、泥は真っ黒になり、蓋を開けると強い硫化水素臭がします。これは、硫酸塩還元細菌（嫌気性菌）が集積培養された結果です。この培養液を寒天培地に接種し、形成されたコロニーを釣り上げることにより、微生物種を単離することができます。

一方、今度はジャムのふたを開けながら室温で培養してみましょう。１週間後、泥と海水の境界で、白いモヤモヤのようなものが大発生します（図２下）。これは、糸状性の硫黄酸化細菌（化学無機独立栄養細菌）の一種でベギアトア（図２上）で、細胞内の元素状硫黄の顆粒を貯め込んでいます。つまり、微生物学的硫酸還元により発生した硫化水素を水中の酸素を利用して酸化することにより、エネルギーを獲得しているのです。炭素は光合成と同じように、二酸化炭素を固定することができます。この菌は、肉眼でも確認できるため、単離せずに菌の性質を調べることができます。しかし、肉眼で確認できない培養不可能微生物の場合、微生物が保有している遺伝子をハンティングして調べることが現在可能です。

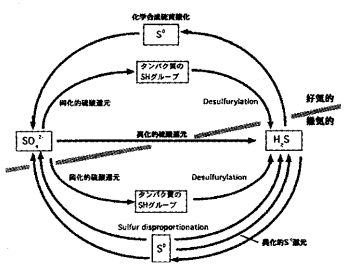


図 3 生態系の硫黄循環と微生物の概要

以上のように、培養法と遺伝子法から微生物のハンティング、そして、現場の調査を合わせることによって、生態系の微生物の役割を解明することができるのです（図３）。



NII-Electronic Library Service