



地球を守る環境研究の最前線 ⑨ ——

水の中の微生物は何をしているのか

埼玉県環境科学国際センター 水環境担当 渡邊 圭司

埼玉県環境科学国際センターは、「試験研究」「情報発信」「国際貢献」「環境学習」を4つの柱とする環境科学の総合的中核機関です。また、令和4年度からは研究成果の社会実装化を目指した取り組みも進めています。本連載では、社会実装化に繋がる研究を紹介します。

1. 微生物について

微生物に明確な定義はありませんが、一般的には人間の目で見えない生物のことを指します。大きさは、1マイクロメートル（ μm ：1mmの1,000分の1）程度から数百 μm で、原生動物、細菌、菌類（カビ、キノコ、酵母）、古細菌、微細藻類やウイルスなどが含まれます。未解明な部分が多いウイルスを除くと、環境中には細菌が最も数多く存在しています。

細菌は、海水中1ml当たり1万から100万細胞、土壌1g当たり1億から100億細胞が生息していると言われています¹⁾。埼玉県内の河川水を顕微鏡で観察してみると、おおむね1ml当たり100万から2,000万細胞の細菌が生息していました²⁾。本レポートでは、通常は目に見えないためにあまりなじみがない微生物について、“水の中の微生物は何をしているのか”というテーマで、特に細菌にフォーカスをあてて紹介します。

2. 水の中の細菌について

水の中に生息している細菌は、微粒子や微細藻類の表面に付着したり、細胞同士が集まって集合体を形成している付着性の細菌と、他のものに付着せず、また集合体も作らずに、1つの細胞で水中をプカプカと浮いて自由生活している浮遊性の細菌の2種類に大別されます。

一般的に、付着性の細菌は細胞のサイズが大きく、浮遊性の細菌は細胞のサイズが小さいという特徴があります。これらの細菌は、水の中の有機物、窒素やリンなどの汚れの原因となる物質の分解や他の物質への変換など、重要な役割を担っていると考えられています。しかし、これらの作用を持つ細菌の種類や分解メカニズムなどは、ほとんど解明されていません。なぜなら、自然環境中から分離できている細菌はわずか数パーセントにすぎず、環境中に生息する大部分（90数パーセント）の細菌は何をしているのかよくわからないからです。細菌の持つ能力を知るためには、環境中から分離して、培養して調べる必要があります。

3. 河川から分離した細菌からもたらされた新たな発見

河川や湖沼の水を孔径0.7 μm のフィルターでろ過することで、細胞が大きい細菌（付着性の細菌）を除去し、細胞が小さい細菌（浮遊性の細菌）だけに分けることができます。

私たちは、このろ液を、寒天培地（細菌の生育に必要な栄養源を寒天で固めたもの）に塗り広げ培養する方法を考案しました。この方法は、寒天培地上で生育したコロニーと呼ばれる1種類の細菌の集まり（1株）を得ることができ、これまでに河川や湖沼から合計で880株を超える浮遊性の細菌の分離に成功しました。

それらの菌株について、遺伝子解析による種の同定を行ったところ、新種に該当する多くの細菌が含まれており、埼玉県の小山川で見つけた *Fluviibacter phosphoraccumulans* SHINM1、*Flvobacterium ammonificans* SHINM13、*Flavobacterium ammoniigenes* GENT5 の3菌株が、新種の細菌として国際委員会 (ICSP) に認定されました (図1)。特に、*F. phosphoraccumulans* は、水中のリン酸をポリリン酸 (リン酸の集合体) として細胞内に蓄積する能力を持つことが新たにわかりました。また、*F. ammonificans* と *F. ammoniigenes* が、水中の有機物に含まれる窒素成分を分解し、アンモニアを生産していることも発見しました。

微生物が有機物を分解してアンモニアを生産する現象は、無機化と呼ばれ、光合成を行う生物 (植物や微細藻類など) の栄養源を再生産する、自然生態系における重要なステップです。この無機化に関与する微生物の種類やメカニズムは、ほとんどわかっていませんでしたが、当センターの研究により、その一端が明らかとなりました。

4. おわりに

淡水に生息する細菌が、細胞内に蓄積したリンや有機物から生産したアンモニアを取り出して、うまく利用できないのでしょうか？

リンは主に植物を育てる際の肥料として使用されますが、日本ではリン鉱石のほとんどを輸入に頼っているため、リンの確保は国家としての重要な課題です。リン鉱石を輸入できない場合には、食糧問題につながるリスクが非常に高くなってしまいます。また、アンモニアは水素と同様にクリーンな次世代燃料として現在注目されています。

将来的には、環境研究で得た知見を資源やエネルギーの問題解決に発展できるよう、広い視野で研究を進め、様々な分野の方々と連携することが重要です。

参考文献

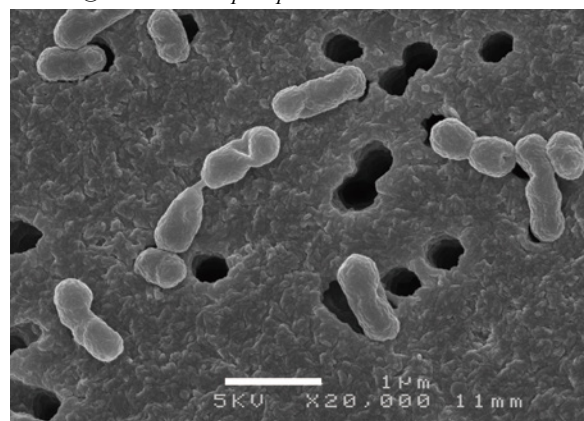
- 1) 日本微生物生態学会 教育研究部会 編著 (2004): 微生物生態学入門 p. 3.
- 2) 渡邊圭司 (2016): 埼玉県内河川の浮遊細菌に関する研究, 環境科学国際センターニュースレター, 33号, pp. 3-4.

渡邊 圭司 プロフィール

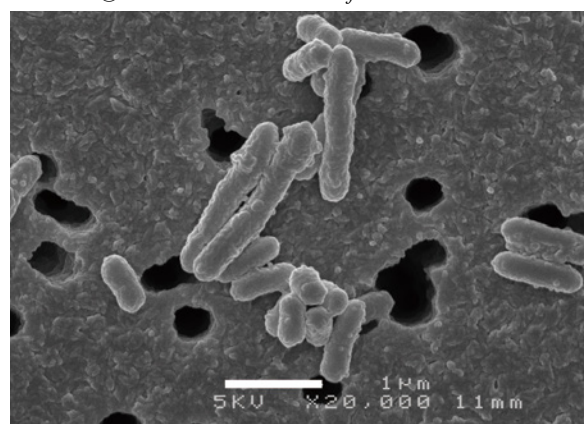
専門は微生物生態学、これまで湖沼、河川、海洋、土壌、葉っぱの上や空に生息する微生物の生態について調べてきました。

特に淡水に生息する細菌については長い期間研究に携わっております。これまでは、微生物を介した自然の仕組みを理解することに注力して参りましたが、今後は、それらの知見を人の役に立つことにも発展できるよう、研究を進めて行きたいと考えております。

① *Fluviibacter phosphoraccumulans* SHINM1



② *Flvobacterium ammonificans* SHINM13



③ *Flavobacterium ammoniigenes* GENT5

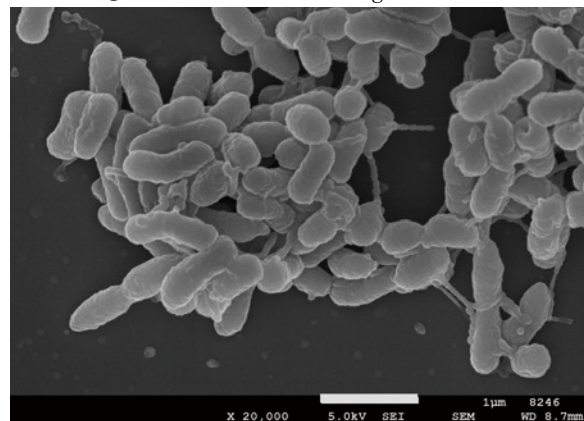


図1 新種記載した細菌の電子顕微鏡写真
(白いバーは1 μmの大きさを表している)