

## 21世紀は水の時代？ 水循環の保全に重要な微生物の機能解明

内海真生  
生命環境科学研究科講師

はじめに

21世紀も早いもので5年目に突入した。1997年12月に京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3、京都会議)において採択された「京都議定書」が2月16日について発効され、地球温暖化防止の為大気中への二酸化炭素などの温室効果ガス放出量の更なる削減が義務づけられたことは記憶に新しい。地球規模の温暖化現象に関する日本のマスメディアの関心は他の地球規模環境問題と比較して高いようで、90年代以降、様々なマスメディアで取り上げられた地球規模環境問題の中では地球温暖化に関するものが多いのではないだろうか。

一方で、20世紀は「石油」の時代であったが、21世紀は「水」の時代であるといわれている。地球上に存在している水の総量は約14億km<sup>3</sup>と見積もられており、海水はその中でも最大の水量で、水圏全体のおよそ

98%を占めている。残りの2%は陸水と呼ばれ、河川水、湖沼水、地下水、雪氷等に区分されている。陸水の約70%は雪氷で、南極大陸などに平均2,000m以上の厚さの氷床として存在している。残りの29%は地下水で、河川や湖沼などの地表水及び土壌水は陸水全体の0.8%程度にすぎない。

したがって、人類を含む陸上で生活する生物は、ほんの僅かにすぎない河川水、湖沼水を利用しあって生きているといえる。現在、気候変動に伴う海面上昇や局地的な洪水の発生、途上国の産業発展、都市化、急激な人口増加などの影響により、世界的に淡水の不足や水質および水源の汚染が進行している。こうした水環境の問題は、地球温暖化問題ともリンクする21世紀の重要な研究テーマの1つである。

「消費型社会」から「循環型社会」へ

有限な水環境、特に淡水環境を保全し持

続的な発展を行うには、我々の生活をこれまでの消費から廃棄への一方通行の「消費型社会」から「循環型社会」へ転換する必要があることは間違いない。そのためには、水圏における水循環に関する研究が必要であるが、その中でも水圏での各元素の循環に重要な役割を果たしている微生物（細菌）群集の構造や機能を明らかにし、その機能を有効に利用すること、また、安全な淡水環境を維持するため、水圏に存在する天然および人工の有害物質に関して、その発生特性や分解・処理方法を検討することが重要な研究課題であるといえる。水圏環境工学研究分野は、こうした水循環を含む「循環型社会」構築への橋渡しとして存在すると私は考えている。

### 水圏環境工学研究室

一昨年に完成した総合研究棟 A の 6 階に水圏環境工学研究室はある。研究室からの眺めは素晴らしく、晴れた日は北西に筑波山を、特に空気の澄んだ夕方には西方遠くに夕日を浴びる富士山をみることができる。本研究室は、総合研究棟 A の建設と同時に杉浦則夫助教授と私の 2 名の教官をメインに立ち上がったまだ新しい研究室で、ようやく 2 年が経過したところである。研究室立ち上げに関する経緯は、本誌 68 号に掲載された卒業生の眼 (p.19 ~ 22) に詳しいの

でそちらを参照されたい。

現在、研究室では様々な水問題の解決に少しでも貢献出来ることを最終目標に日々実験をおこなっている。一例を挙げると、藍藻類が産生する有毒物質マイクロステインに関する総合研究（産生機構の解明や分解方法の検討など）、電気化学処理を利用した廃水の高効率分解に関する研究、淡水産巻貝を利用した生物環境評価に関する基礎研究、湖沼や湿原の物質循環に関わる細菌群集の構造とその機能に関する研究、海底熱水噴出孔生態系でのメタン動態に関する研究などがある。

私自身は、水圏での各種元素の循環とそれに深く関わっている細菌群集の構造や機能に興味があり研究を続けてきた。必然的に、実験室に閉じこもっての研究など出来る訳もなく、卒業研究で毎日のようにサンプリングに行った大学構内の「松美池」を皮切りに、「霞ヶ浦」や長野県の「野尻湖」などのフィールドで研究を行ってきた。博士課程では、有機物の最終分解産物とされ、その生成と分解に細菌群集が大きく関与している温室効果ガスであるメタンに注目し、水圏でのメタンの動態に関する研究で学位（博士）を得た。その後、このメタンつながりで、東・西シベリアの湿原や、伊豆・小笠原弧の海底火山のひとつである水曜海山や南部マリアナ海背弧拡大軸に存在する熱

水噴出孔生態系へ調査・研究に出向く日々が続いている。

### 水圏の細菌群集の構造と機能

どういった微生物（特に細菌）が水の中にいるのかを理解しないことには研究は進まないが、藻類よりも小さな細菌群集に関しては、これがなかなか難しい。研究対象が肉眼では見えない小さな生物なので、顕微鏡による観察がかかせないが、細胞の形状にほとんど特徴がなく、顕微鏡をどんなに覗いてもその細胞（細菌）の名前（種名）を判断できることはほとんどない。従来、細菌の種類を同定するために液体培地や寒天培地を使用した培養法による単離が広く用いられているが、天然の細菌は、培養法ではほとんど単離できないことが経験的に知られている。一説には、培養法で単離された細菌の数は、細菌全体の1%にも満たないとされている。このように様々な水環境中の細菌群集構造やそれぞれの個体群の機能についての研究がほぼ不可能だったことで、地球上の物質循環において分解者として重要な役割を担っているにもかかわらず、細菌群集全体が長い間ブラックボックスとして取り扱われてきた。

細菌群集の構造と機能がブラックボックスとして放置されてきたのは決して研究者の怠慢ではなく、解析する手法がほとんど

無かったためである。この状況にブレイクスルーが訪れたのが1990年代である。医学分野で開発されてきた分子生物学的手法を天然環境中の細菌群集に応用することにより、それまで培養法で断片的にしか得ることが出来なかった個別の細菌情報の代わりに細菌群集の遺伝子情報が大量に入手出来るようになった。これを起点に、様々な手法が新たに開発され、現在では、水圏はもちろんのこと土壤を含めた様々な環境中の細菌群集構造や機能について次々と明らかになりつつあり、ブラックボックスの解明が急速に進んでいるホットな研究分野となっている。

### 終わりに

1988年に故郷である広島を離れて筑波大学に入学して以来、何の因果かつくばから離れられずにこんにちに至っている。計算してみると、高校卒業まで故郷で過ごした期間とほぼ同じ年月を過ごしたことになる。最近、広島弁を咄嗟に話せなくなりつつあるので、初対面の人と普通に会話をしていると広島出身とは気がついてくれないのも当然かもしれない。筑波大学入学当時、中学校・高等学校を通じて部活動に明け暮れていた身には、新しくできた大学の友人に広島弁がほとんど通じなかったことももちろんショックだったが、それよりも、受

講した講義や実験で学ぶ内容が新鮮な驚きの連続だったことを思い出す。学生時代に様々な分野の勉強が出来たことが、現在の仕事に役立っていることは間違いない。

「循環型社会」の構築には様々な学問分野の融合、つまり学際的な研究体制の確立が必要不可欠であり、学際的な視点を持った人材の育成は急務の課題であると感じている。これまでに自分が体験したような学問的な驚きや興味を、現在在学中の、また、これから入学してくる学生に対して少しでも感じてもらえることが出来れば、と思いつつフィールドを飛び回りながら精進する日々がまだまだ続きそうである。

(うつみ もとお/水圏環境工学)