

微生物の「声」が聴きたくて… 単細胞生物のコミュニケーションスキル

特集によせて

渡辺 大輔¹・八代田陽子²

微生物学は、微生物の単離と純粋培養に基づいて発展してきた。たとえば、清酒醸造に携わる微生物を研究するためには、どんな微生物がそこに存在するのかを発見し、単離しなければならない。1895年に、帝国大学農科大学の矢部規矩治博士は、清酒もろみの顕微鏡観察により酵母の存在を見だし、単離した酵母がアルコール発酵能を示すことを報告した。このエポックメイキングな研究がなければ、その後、清酒酵母がどんな生き物であり、清酒醸造においてどんな働きをしているのかが理解されることは決してなかっただろうし、清酒酵母を改変することで清酒の品質を高めていこうとする現代の応用微生物学的研究も成り立たなかっただろう。同様に、さまざまな環境においてバラエティに富んだ微生物が発見され、世の中が(さらには人体までもが)微生物であふれかえっていることがわかり、それらが各々どのような生命現象を示すのかに関する研究を通して、微生物学は大いなる発展を遂げてきた。

ところが、そのような個別の微生物学研究成果を組み合わせることで微生物生態に関するすべてを理解できるのかというと、必ずしもそうではない。ある1個の微生物が単独で存在する環境というのは実験室以外にほとんど存在しない。自然界では複数の微生物と、微生物以外の動植物が混在しており、微生物は他の個体/生物種に影響を与えつつ、また、他の個体/生物種からの影響を受けつつ暮らしている。多種多様な相互作用の一例をあげると、物理的相互作用(バイオフィームなど)、化学的相互作用(クオラムセンシングなど)、代謝的相互作用(物質循環など)、遺伝的相互作用(遺伝子の水平伝播など)が知られている。またそれぞれの相互作用の意義についても、相利共生、片利共生、寄生、競合などさまざまである。従来の、微生物の単離と純粋培養に基づく微生物学だけでは、このような複雑な生命現象を説明することはできないだろう。さらには、近年、難培養性微生物の存在も多数明らかになってきており、中には本来の生育環境において共存する他の生物から隔離されることで増殖能を失うものもあるかもしれない。これらの状況を考え合わせると、これからの微生物学は、微生物生態を素過程に分解するだけでなく、そこから得られた知見を統合し、本来の生態系を実験室内で再構築することで、ありのままの微生物の姿を理解する方向にも発展させていかなければならない。

微生物が他の生物にどのように働きかけるのかを理解するうえで、我々は微生物が発するシグナルに注目している。微生物がどのようなシグナルを発し、相手がそれをどのようにして受け取ることで、どのような作用が生じるのかを解明することで、生態系における微生物の新たな意義を発見することができる。それはあたかも、微生物が呼びかける「声」に回答して、周囲の生物が影響を受け、コミュニケーションが成立しているかのようでもある。本特集で扱う微生物は単細胞生物に限定しているが、わずか1個の細胞が実は高度なコミュニケーションスキルを有しており、厳しい生存競争を生き延びているのだとすれば、驚くべきことではないかと考える。このようなシグナルの原因となる分子としてもっとも広く知られているものの一つが、グラム陰性菌のクオラムセンシングに用いられる*N*-アシル-L-ホモセリンラクトン類である。豊福らは、その運搬機構として、細胞膜から形成されるメンブレンベシクルという構造体に注目した。一方、八代田は近年、真核微生物である分裂酵母も、オキシリピン類を介した細胞間コミュニケーションを行っていることを新たに見出した。このように、微生物が発信するシグナル伝達の詳細が明らかになりつつある中で、そのような微生物の作用をものづくりに応用していこうとする機運も高まっている。浅水らは、微生物間相互作用により誘導される放線菌の二次代謝産物生合成遺伝子クラスターを報告した。北川は、ビール酵母由来の細胞壁成分が植物の病害応答や発根を促進することに着目し、産業応用に成功している。渡辺らは、伝統的な清酒醸造において見られる乳酸菌が酵母の炭素代謝に影響を及ぼすことを示した。本特集では、このような微生物の有するコミュニケーションスキルに着目し、その産業応用(物質生産、農業、醸造など)への可能性を探索することで、従来の微生物学だけでは知ることができなかった新しい微生物たちの世界をご紹介したい。

著者紹介

¹奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科バイオサイエンス領域(助教) E-mail: d-watanabe@bs.naist.jp

²理化学研究所環境資源科学研究センターケミカルゲノミクス研究グループ(専任研究員) E-mail: tyty@riken.jp