

巻 頭 言

地球環境と微生物を考える

宮 下 清 貴

地球温暖化の進行は、人類の生存を可能としてきた地球環境に警鐘をならしています。生命誕生以来の40億年近い歴史を振り返ると、地球環境は微生物と地球との共進化の結果であり、微生物は大気の形成や気候変動にも大きく関わってきました。地質年代的にみた地球環境のもっとも大きな変化は、大気中にほとんど酸素が存在せずに還元的であった状態から大気や海洋に酸素が満ちた状態への変化（20数億年前）でしょうが、その立役者はシアノバクテリアでした。化石から、当時シアノバクテリアは爆発的増殖をおこなっていたことがわかっています。それより前、地球が酸化的環境になる前の長い間、主要な炭素代謝経路を担っていたのはメタン生成菌であり、大気中のメタン濃度は今よりもずっと高く、当時の温暖環境の維持に働いていたと考えられています。これら太古の時代の立役者たちが、当時と変わらない姿で今も広く分布し、活躍していることは、大変興味深いといえましょう。

現在年に1.9 ppm ずつ上昇を続けている大気中の二酸化炭素濃度は、1年のうちで数 ppm という大きな季節変動を示します。これは、光合成と分解（微生物呼吸）のバランスが季節によってシフトするためであり、微生物による有機物分解が大気中二酸化炭素濃度に大きな影響を及ぼしていることを示しています。石炭紀（約3億年前）には温暖な気候のもとでシダや針葉樹の森林が広がり、大量の光合成が行われたのに対して、微生物の有機物分解能の進化は不十分でした。その結果、土中への大量の炭素隔離による大気中CO₂濃度の急激な減少が起き、地球は氷河時代へと向かいました。大量の光合成と炭素隔離は、同時に大気中酸素濃度の上昇も引き起こしています。最近（後氷期、約1万年前以降）を見ても、大気中の3倍以上の大量の炭素が泥炭や土壌有機物として土壌に蓄積され、現在の低い大気CO₂レベルの維持に寄与しています。ここで懸念されるのが、温暖化の進行により微生物の有機物分解が促進され、正のフィードバックで温暖化の暴走が起こることです。

生物にとって重要な窒素は、地球上で岩石圏にはほとんど存在せず、大部分が窒素ガスとして大気中に存在するという特殊な分布を示します。微生物は何十億年もかけて窒素の様々な代謝能を獲得し、地球上における窒素の循環を形成してきましたが、ハーバー・ボッシュ法の発明以来増え続けている環境への人為的な窒素負荷の増大により、循環に様々な不調を来しています。強力な温室効果ガスで最大のオゾン層破壊物質でもある、亜酸化窒素（N₂O）の大気中濃度の増大もその一つです。N₂Oは様々な微生物の硝化および脱窒反応の（副）産物として生成しますが、「硝化反応」も「脱窒反応」も多様であり、環境中で実際に起こっているN₂O生成の経路とメカニズムの詳細はよくわかりません。このため有効な削減技術はなく、世界的に食糧増産による環境への窒素負荷が今後も急速に増加する中で、環境中での微生物反応の制御によりN₂O発生をどう削減していくかが問われています。

現在の地球温暖化の問題は、グローバルな広がりとともに、従来地質年代的な長いスパンで起きていた事象が短時間のうちに進行していることに起因しています。地球規模の物質循環のレベルでどう対応していくのか、環境バイオテクノロジーも従来とは違った、よりグローバルな視点からの発想やアプローチが求められているといえるのではないのでしょうか。

（独立行政法人農業環境技術研究所 理事）