

特集

環境・資源保全のための
メタルバイオテクノロジー

特集によせて

池 道彦^{1*}・山下 光雄²

インジウム、ニッケル (Ni)、アンチモン (Sb)、モリブデン (Mo)、セレン (Se) などの耳慣れない元素や、それら希少金属類の総称としてのレアメタルという言葉が、ハイテク産業や先物市場、土壤汚染などとの関連から、一般紙の紙面上でもしばしば取り上げられるようになってきた。これまでさほど利用してこなかった多様な金属類（ここではヒ素などの非金属無機元素を含めた広義で金属類という言葉で定義する）をIT、宇宙、原子力などの先端技術に適用することで、我々の豊かな暮らしが支えられているという現状の反映であろう。

多くの金属類、特にレアメタルは、その利用価値が高まる一方で、希少で鉱山における存在量・可採量がきわめて限られていたり、採掘・製錬などが技術的・経済的に困難であることから、資源としての枯渇が懸念されている。最近では、国家レベルでの備蓄などの施策が採られるようになり、産業・経済の覇権を握るための“元素戦略”と呼ばれる。この一環として、希少元素を比較的豊富な金属で代替する技術や、携帯電話基板からの回収に代表されるような金属リサイクル技術の開発が進められている。しかし、少なからぬ量が混入されているにもかかわらず、資源フローの最下流にある排水や無分別廃棄物からの金属回収・リサイクル技術の開発は進んでおらず、産業の持続性という意味で、金属資源枯渇の問題が本質的に解決されるには程遠いのが現状といえよう。

他方、元来は地殻中に低濃度・低含量でしか含まれていなかった金属類を濃縮し、大量使用、廃棄するようになったことから、“レアメタル汚染”¹といわれる今世紀の新たな環境汚染の問題も顕在化しつつある。金属類の多くは生物にとって必須の微量栄養素でもあるが、ある一定濃度よりも高濃度になれば毒性を示すことになり、人の健康や野生生物に重大な悪影響を引き起こすのである。実際に水質や土壤の環境基準項目として、旧来より挙げられていたカドミウム、水銀、ヒ素など一目瞭然の有害重金属に加えて、平成年間に入って後、Se、ホウ素、亜鉛が基準項目として、Sb、Ni、Mo、マンガン、ウランが要監視項目として追加されており、新たな金属類汚染に対する防止、あるいは汚染修復技術（レメディエー

ション）の開発が急務となっている。

金属類の資源回収・リサイクルと環境汚染防止・修復の両者においては、現在のところ物理・化学的技術が適用されているが、ターゲットとなる金属類が低濃度・低含量で複雑な物質のマトリックスに混入している環境や、あるいは排水・廃棄物を対象とした場合には、コストやエネルギー消費の問題からある種の限界があり、根本的な解決法にはならない。すなわち、金属類を対象とした、十分に経済性があるうえ、エネルギーや資源の利用を最小限に抑え、環境負荷も低い、新規の資源・環境保全技術の登場が熱望されており、その開発によってこそ、自然と共生しつつ産業の持続性をも可能とする“新”元素戦略が現実のものとなる。

本特集で取り上げる“資源・環境メタルバイオテクノロジー”は、生物技術の持つ省資源・省エネルギー性、高い経済性と環境適合性を活かし、物理・化学的手法では不可能な持続的な金属類と人間の関係を構築するためのキー・テクノロジーである²。一般には、生物作用は専ら有機物の分解や合成にかかわるものと考えられがちであるが、無機物である金属類に対しても多岐に渡る反応を触媒する。たとえば、一部の微生物はエネルギー獲得のための電子供与体/受容体として金属類を酸化/還元し、その物理・化学的特性を変化させる。また、栄養素として低濃度の金属類を効率的に摂取・濃縮したり、逆に有害金属類の摂取を抑制、あるいは能動的に排出したりもする。メタルバイオは、これらの生物作用による金属類の無害な形態への変換、三相間の変化や溶解性・吸着性の増減などを、排水・廃棄物処理、土壤浄化、資源回収・リサイクルやその関連技術に利用するものである。

本特集では、資源・環境保全に資する各種メタルバイオ技術を網羅的に紹介し、その将来技術としての高いポテンシャルを示したい。これを契機に興味を持っていただき、本学会に設置いただいた“メタルバイオテクノロジー研究部会”にも参画いただければ幸いである。

1) 久保田正亜：化学と生物，**35**, 826 (1997)。

2) 池 道彦：月刊エコインダストリー，**11**, 5 (2006)。