

バイオで環境問題は解決できるか

バイオテクノロジーの地球環境問題への応用

名古屋大学工学部生物機能工学科 教授 飯島信司

1980年代は、遺伝子工学をはじめとするニューバイオテクノロジーが花開いた時代であった。そして、1990年代は地球温暖化やオゾンホールの生成をはじめとする深刻な地球環境破壊が大きな問題となりつつある。最新のテクノロジーであるバイオを利用して、環境問題が解決できるかどうかを考えてみた。

Can Biotechnology Solve the Global Environmental Problems Application of Biotechnology and its New Techniques on Global Environmental Problems

Dr. Shinji Iijima, Professor, Department of Biotechnology, Nagoya University

In 1980s, biotechnology had been developed as a huge and novel technology, which is expected to support industries in 21 centuries. This newly developed technology is now expected to give an effective methodology to solve global environmental problems.

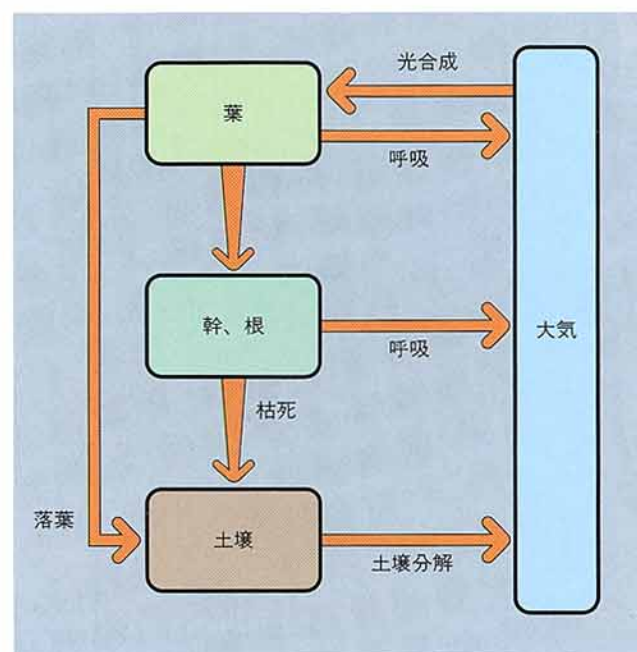


環境と生物

現在地球環境に関して大きな問題となっているのは①二酸化炭素やメタンによる地球の温暖化②オゾンホールの生成③酸性雨などにみられるその他の強毒性の物質による汚染であろう。それでは、このような環境汚染から地球を守る主役として生物がクローズアップされるのはなぜだろうか。たとえば地球温暖化に関してしばしば熱帯雨林の減少が問題となる。これは、植物など独立栄養生物が、光などのエネルギーを用いて二酸化炭素を還元し糖にする能力を持つことによる。我々はお米や麦の糖分を食べ分解して、糖を作るために使われた光エネルギーの何%かをエネルギーとして利用している。こういう意味で、二酸化炭素は植物を通して動物に光エネルギーを供給するためのキャリアーとして働いていることになる。したがって、植物により固定された二酸化炭素である糖を食物として食べたり、あるいは土壌中で植物体が微生物により分解されればまた二酸化炭素が生成し、もとのもくあみである。これに対し、木材として建築に使われたり、サンゴや石灰岩などのように、固定された二酸化炭素が分解されずに貯蔵されている場合は、二酸化炭素の循環が断ち切られていることになる。二酸化炭素による地球温暖化を植物や藻類により改善しようという試みは、すべてこの炭素循環をどうmodifyするかによる。

一方、オゾンホール生成の抑制や有機塩素化合物など猛毒物質の除去に微生物が期待されるのは、その多様性による。ある高名な微生物学者は「微生物に期待

して裏切られることはない」と述べているが、事実沸騰水中でも成育できる微生物や、高濃度の食塩中でも塩づけにならずに成育できる微生物も知られている。また環境を破壊するような猛毒であっても、根気よく探せばそれらを分解できる微生物は必ずおり、たとえば農薬などの有機塩素化合物やナイロンといった過去数十年間に人類が作りあげたまったく新しい物質でも分解できる微生物がいる。また、窒素酸化物は脱窒菌と呼ばれる一群の微生物により窒素ガスに変換されるが、これは古くから排水処理法として実用化されている。



二酸化炭素の循環

ニューバイオテクノロジーと環境

生物は二酸化炭素、メタン、窒素酸化物をはじめ多くの環境汚染物質を他の物質に変換する能力を持つ。ただしこのような生物の営みは大変遅く（たとえば石炭や石灰石ができるのに何年かかったか考えてみて下さい）、また特殊な毒物を分解できる微生物がまれにしか存在しないことが問題となる。そこで生物による環境浄化を実現するためには、いかにしてそのプロセスを効率化するか、あるいはコスト的に見合うようにするか、また二酸化炭素のように地球レベルで大量かつ希薄に存在する物質をどのように処理すればよいのかということが問題となる。

ニューバイオテクノロジーと呼ばれる技術はいわゆる①バイオリアクター②遺伝子工学③細胞工学の3本柱よりなるが、スーパーバイオリアクターにより効率的に汚染物質を除去したり、遺伝子組換えによりスーパー細菌を創って今迄の何百倍ものスピードで汚染物質を無害化することが期待されている。さらに、植物の一部は光呼吸により、せっかく固定した炭水化物をまた二酸化炭素に分解するが、これを遺伝子工学などにより抑制し二酸化炭素の固定効率をあげようと言う試みもある。もし、このように飛躍的な効率化がはかれれば、生物による地球環境の保護もぐっと現実味をおびてくる。

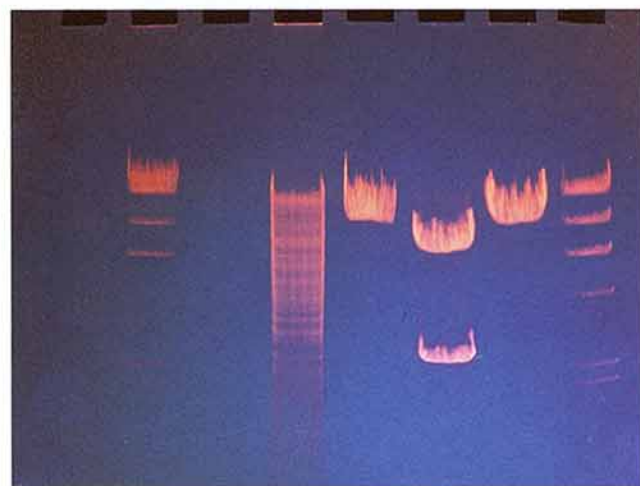
地球生態とバイオ

生物による環境浄化では、汚染物質を発生源で処理する方法と、広く地球全体を反応槽と考え浄化する方法の二種が考えられる。前者では処理効率のみが問題となるが、後者ではさらに多くの解決すべき問題がある。特に、ここ迄汚染が進んでしまった現状では後者が将来地球を救う切札となる可能性もある。たとえば、

地球温暖化ガスとして知られるメタンの大部分は水田や低湿地土壌中の微生物により生産され、大気中へ放出されている。これを減らすためには客土をするか、あるいはメタン生成菌から変異処理によりメタン非生成菌をつくり、これを環境中に放出して本来のメタン生成菌と入れ替えてしまうという方法もある。しかしこの方法では、土壌中の微生物の生態をかえてしまう恐れがあり、生態系自身の研究が必要となる。

さらに遺伝子工学により効率的に窒素酸化物を窒素ガスに変換するスーパー細菌もできつつあるが、これら遺伝子組換え菌を環境中へ放出しても大丈夫なのかという問題もある。この点米国では、霜害を防ぐために霜の氷核とならないように遺伝子組換えにより改良した菌が環境中に放出されており、研究が一步進んでいる。

このようにバイオによる環境浄化にはいくつかの方法が考えられるが、いずれにせよ我々ヒトを含めた生活の場であるかけがえのない地球の生態系の理解なしに抜本的改善は期待できない。地球生態系の研究は一部の生物学者により細々と続けられてきたが、今後地球環境を守る上での切札となるかもしれない。



大腸菌で作成した組換え遺伝子
(電気泳動により分子量別に分離した後、視覚化した遺伝子)

