

微生物で環境をきれいにする ーバイオレメディエーションとは？ー

流域圏環境管理研究プロジェクト 海域環境管理研究チーム 牧 秀明

地球上における物質循環過程の中で、微生物は分解者として位置づけられています。もし微生物のはたらきがなければ、地球上は生物の死骸で覆われてしまうかも知れません。私達人間の生活において微生物は、お酒や醤油、味噌、酢等の醸造食品、アミノ酸や抗生物質の生産などの醗酵工業を通じて、大きな恩恵をもたらしてきたことはよく知られている通りです。

それと同時に、生活排水、工業排水を処理するための下水処理、し尿や食品残渣、有機汚泥等の処理のためのメタン醗酵等のプロセスでも、微生物が非常に重要な役割を担ってきました。これらの処理技術は、下水道や廃棄物の収集という都市基盤整備により、汚濁物質が処理施設に集約されることにより成り立っていますが、近年、汚染現場において、微生物や植物を用いて直接浄化を行うという、いわゆるバイオレメディエーション (Bioremediation) ー生物による環境修復ーという技術が注目されてきており、既に一部では実施されています。

バイオレメディエーションは、主に石油や有機塩素系溶媒により汚染された土壌・地下水を対象に実施されていますが、タンカー事故などによる流出油が漂着した海岸部にも一部適用されています。バイオレメディエーションは、欧米で精力的に研究・実施されてきている技術ですが、我が国では、いまだ知名度は高いとは言えず、特に実現場への適用事例は甚だ少ないのが現状です。バイオレメディエーションには、微生物の供給方法によって元現場に生息する汚染物質を分解する土着微生物を増殖させるバイオスティミュレーション (Biostimulation) という方法と、培

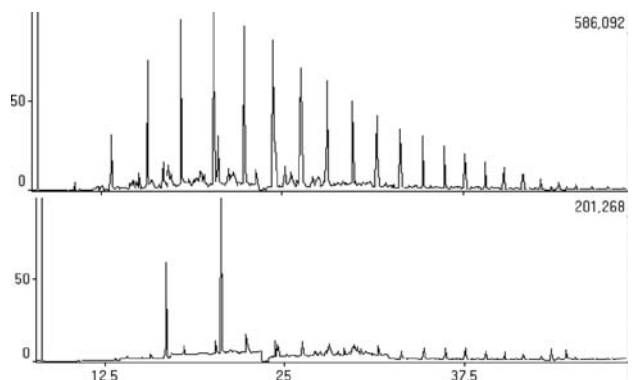
養タンクなどで分解微生物を培養し、外部から供給するバイオオグメンテーション (Bioaugmentation) という方法に大別されます。現在では、主にバイオスティミュレーションが採用されていますが、実際には、分解菌を効率よく増殖させるために、汚染現場に窒素・リンといった栄養塩や、メタンといった炭素源を添加する方法がとられています。

バイオレメディエーションは、物理化学的処理方法にくらべて、費用・エネルギー消費が少ない、穏和な手法であるため生態系に負荷を与えない、といった利点がある反面、浄化に時間が掛かる、高濃度の汚染物質の浄化には向かない、分解除去能には限界があるといった弱点も有しています。また、実験室内では、高い汚染物質の分解除去能が示されているにもかかわらず、微生物の濃度や栄養塩の濃度を高く維持できない実際の環境では、同様の効果を発揮することは容易ではありません。さらに、その安全性について、十分な知見がもたらされているとは言い難いのが現状です。

以上を踏まえて、これまで当所で実施してきました、メタン資化菌による土壌・地下水中の有機塩素系溶媒であるトリクロロエチレンの分解試験、海域での原油の微生物分解現場試験を例にとり、地下水へのメタン注入によりトリクロロエチレンの除去や、海域における栄養塩付与により原油の分解・除去促進効果と石油除去全体に対する実質上の微生物分解の寄与等をご紹介します、そこから得たバイオレメディエーションの可能性と課題について触れてみたいと考えています。



沿岸部 (左: 日本海、右: 太平洋) における石油分解試験現場



ガスクロマトグラフ分析による原油の分解過程
上: 分解前の元原油のクロマトグラム
(各ピークはアルカン)、
下: 分解 102 日後のクロマトグラム