

# 国立環境研究所による日本の沿岸における原油バイオレメディエーション現場試験

独立行政法人 国立環境研究所

流域圏環境管理研究プロジェクトグループ・海域環境管理研究チーム

牧 秀明

近年、主に土壌汚染浄化法として一部適用されているバイオレメディエーション（微生物を利用した汚染現場における直接浄化法）が、タンカー事故等に由来する流出油により汚染された海岸部での浄化手法としても注目されている。バイオレメディエーションは、自然界に存在する汚染物質の分解微生物を活用するという性質上、生態系に与える影響が軽微であり、また費用的にも安価であることが期待されており、その海岸漂着油浄化への適用としては、物理的回収方法が困難な箇所、あるいは除去仕切れなかった残存油が対象となると考えられる。海岸漂着油のバイオレメディエーションでは、土着の原油分解微生物にとって原油分解の律速因子となっている窒素、リンといった栄養塩を外部から付与し、分解を促進させるバイオスティミュレーションが、これまで海外では主に採用されてきた。しかしながら、これまでの事例報告において、適用現場における地勢、海洋環境、気候、生態系などの諸条件は様々であり、栄養塩付与による原油分解促進効果は一様でなく、中にはほとんど促進効果がみられない例も有る。我が国での沿岸部の汚染現場における実施例は僅少であり、学術的、あるいは公的機関による中立な評価により得られた知見はほとんど得られていない状況にあった。

こうした事情を鑑み、当所では主に我が国の沿岸部における現場試験を通じて、海岸漂着油のバイオレメディエーションの効果と安全性について評価する手法の開発検討を行ってきた。これまでに現場周辺の各機関のご理解・ご協力により、日本海側、太平洋側、オホーツク海側それぞれの沿岸部において、現場実験を実施することが出来た。本シンポジウムでは、その中から幾つかの事例について概要と結果をご紹介します。

試験方法としては、中東産のアラビアンライト原油を風化させ、予め海水と強制混合させることによりムース化させたものを現場の砂礫と混合し、これと栄養塩供給のための農業用の汎用型徐放（緩効）性合成肥料顆粒を混合したものを海岸部に埋設し、定期的にその一部分を採取して原油の分解過程を評価した。

その結果、以下のような知見を得た。

・アルカン類、ナフタレン、フェナンスレンなどの原油に含まれる典型的な飽和・芳香族炭化水素化合物については、その微生物分解に肥料添加による有意な促進効果が見られた。

また、原油の被汚染担体（＝砂礫）からの物理的剥離も含めた原油除去量全体に

関して、肥料非添加区と比較して肥料添加区では除去量が大幅に増加していた。

- ・原油除去の収支を算出したところ、実質上の微生物による分解の寄与率が肥料添加区で約 2 割であり、剥離に伴う物理的除去が 4~6 割程度と考えられた。

- ・硝酸、アンモニア、尿素といった異なる窒素形態を有する肥料の添加効果を比較したところ、無機態窒素（硝酸、アンモニア）よりは有機態窒素（尿素・架橋型尿素）の方が高い原油分解、および物理的剥離促進効果を有することが示された。

- ・干満差の小さい日本海沿岸部より潮汐の大きい太平洋沿岸部の方が、原油の分解活性が高く、特にアルカン類に対してその差が顕著であった。

- ・肥料添加による原油分解の活性化は、微生物群集の多様性の低下（すなわち特定菌の優占化）を伴った。肥料添加実験中は多様性が低下したが、時間が経つにつれ復帰し、結果的には栄養塩添加区と非添加区とでは、微生物群集組成は相似したものとなった。

- ・肥料の添加による海産甲殻類(端脚類)、珪藻に対する悪影響は見られなかった。

上記のように、これまで我々が行ってきた日本海側と太平洋側における 2 箇所の現場試験でも結果はかなり異なっており、さらに様々な海岸における現場試験の知見の集積が必要であると思われた。

今後は、バイオレメディエーションによる生物生息地回復程度の評価手法の検討や、周辺海域への栄養塩拡散具合等を評価するために、さらに実条件に近い大規模な現場試験を実施することにより、我が国における海岸漂着油のバイオレメディエーションが実用化に近づけるものと考えられる。

本研究開発は、兵庫県、香住町、鹿児島県、西之表市、環境省の各関係機関、それに現場周辺の漁業協同組合の皆様のご理解とご協力のもとに実施されました。

この場を借りて厚く御礼申し上げます。

また合成肥料の試供品を快く譲渡して頂きました三菱化学(株)、ならびにチッソ旭肥料(株)にも深謝致します。