

微生物製剤（スラッジアウト）がヘドロを分解する機序

山本千裕¹⁾ 近藤隆一郎²⁾

微生物製剤（スラッジアウト）は、微生物による環境改善を目的とした微生物製剤で、ヘドロが堆積した干潟や水底の環境改善に効果を発揮している。これまで本製剤をヘドロの堆積した干潟や水産養殖施設の水底泥などに接種する試験を繰り返し、過去3年間の試験箇所は36箇所に達している。これらの試験箇所では36箇所中33箇所でヘドロ底泥が砂泥質の底泥に変化するなどの改善が認められた。特に漁場や養殖施設関連の試験では、関係する漁業者に試験への立ち合いやサンプル採取作業に協力を依頼しているが漁場の変化に敏感な漁業者もこの変化を認めるところとなっている。これらのことから本微生物製剤がヘドロ分解する機序について以下の考察を行った。

ヘドロについては明確な定義は確立されていない（奥西, 2005）が、一般的には干潟や浅海などの含水率150~400%を示す超軟泥で、有機物と粘土状鉱物の集合体（松尾, 1973）複数の種類の細菌によって構成された微生物マット（Gemerden, 1993）とされている。ヘドロの構造については、微細な鉱物質粒子が結合した骨格で構成された綿毛状構造（奥西, 2005）で、この鉱物質粒子を結合する力については微生物表面に帯電している静電気と付着基質の間に生ずる静電気力の相互作用による（森崎, 2008）とされている。このためヘドロが150%を超える高い含水比にもかかわらず、水と泥に分離することなく形を保つことができるのはこの構造が水を抱え込むことによるものと考えられる。また、海底の底泥中には嫌気性の硫酸還元菌群が繁殖し（古坂, 1986）、これらの菌から排出される硫化物により酸素が消費され無酸素環境を生成する。このため、いったんヘドロ化すると有機物分解能力の高い好気性微生物の活動が抑制されるため、有機物の分解が緩慢となりさらにヘドロが堆積するという悪循環の原因ともなっている。

一方、ヘドロは乾燥すると収縮固化し、水を加えても再びヘドロに戻ることはなく、練り返しなどによっても大幅に軟弱になる（矢橋ほか1997）。これは乾燥や物理的な攪拌によりヘドロを造っている骨格構造が破壊されることによる不可逆的な底泥の変化が起こっているためと考えられる。

本微生物製剤の働きは、ヘドロの接着剤である有機物を分解して骨格構造を破壊してヘドロを分解することにあると考えられる。

本微生物製剤の起源となる菌は自然界で有機物の分解が盛んに行われている水域から採取された菌であり、有機物の分解能力を有する菌として培養された菌である。これに含まれる主な菌は酵母菌、乳酸菌及び紅色硫黄細菌でゲノム解析結果から、乳酸菌は *Lactobacillus buchneri* 酵母菌では *Kazachstania unispora* に近い種であることが判明した。なお紅色硫黄細菌についても同様の解析手法で解析中である。本微生物製剤に含まれる酵母菌がどのような種類の多糖類を分解しているかについては未

1) 技術士（水産部門） 環境計量士（濃度関係）

2) 九州大学 名誉教授

解明であるが、酵母菌にはセルロースのような高分子多糖類を分解できる菌も存在する（小林ほか, 2011）ことや起源菌の採取環境から判断して本微生物製剤の酵母菌もこの高分子多糖類の分解能力を有していると考えられる。バイオマットを構成しているのは細胞外多糖類（森崎ほか, 2005）であることから、これら多糖類は酵母菌によって分解されヘドロ構造の破壊が起こると考えられる。また乳酸菌についても酵母菌は乳酸菌との共生によって有機物の分解活動が促進されることが報告されている（古川ほか, 2012）（内藤ほか, 2014）ことから、本製剤に含まれる乳酸菌もこのような共生関係によって酵母菌による有機物の分解を促進している可能性が大きい。また、紅色硫黄細菌は硫化水素を水素供与体として光合成をおこなう菌であるためこの活動によって硫化水素は消費される。光合成には二酸化炭素を必要とし、酵母菌は光合成に必要な二酸化炭素の供給源として作用することから、紅色硫黄細菌の活動は酵母菌の活動によって促進させられる。本微生物製剤がヘドロを分解するのはこの3つの菌が相互に関与して高い有機物分解能力を得ていることが大きな理由と考えられる。

文献

奥西一夫, ヘドロ問題をめぐる最近の話題, 国土問題, vol. 66, 国土問題研究会 (2005)

松尾新一郎ほか, 物理化学的見地からのいわゆるヘドロの工学的性質について, 土木学会論文報告集, 第 209 号 (1973)

Gemerden, H., Microbial mats: A joint venture, Marine Geology, 113, 3-25 (1993)

森崎久雄, 環境微生物の細胞表面特性および界面との相互作用, オレオサイエンス, 8-2 (2008)

古坂澄石, 硫酸還元菌, アーバンクボタ, 25-2, (1986)

矢橋晨吾ほか, ヘドロの利活用, 千葉大園学報, 51(167-172), (1997)

小林聖人ほか, 酵母菌によるセルロース系バイオマスの分解・資化, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演集, 22(0) (2011)

森崎久雄, バイオフィルム入門, 日本微生物生態学会, 日科技連, (2005)

古川壮一ほか, 乳酸菌と酵母の共存と共生, 生物工学, 90, 191 (2012)

内藤茂三, 乳酸菌による海苔佃煮の変敗と防止に関する研究, 一般社団法人食品分析センター (2014)