

## 微生物による泡の生成作用を利用した石油増進回収法に関する研究

いとう み う すがい ゆういち  
(九州大) ○伊藤美羽・菅井裕一

### 1. 緒言

*Pseudomonas aeruginosa* は界面活性物質を生成するなど、微生物を用いた石油増進回収技術 (Microbial Enhanced Oil Recovery, MEOR) に有用な微生物として検討例が多い。一般に *P. aeruginosa* は好気条件下で活発に増殖するため、酸素に乏しい地下油層内において活発に増殖させるための方法を検討する必要がある。本研究では、ナノバブル (以下、NB と称する) の形で酸素を油層内に供給し、*P. aeruginosa* の増殖および MEOR 有用物質の代謝の活性化について検討した。

### 2. 実験

酸素をバブリングして溶解させた水を市販の NB 製造器に導入して酸素 NB 水を調製した。これを孔径 0.45  $\mu\text{m}$  のフィルターを用いて滅菌し、各種栄養塩類を添加して酸素 NB 培地とした。この培地を 100 ml 滅菌済みバイアル瓶に 50 ml 分注し、*P. aeruginosa* を接種後密閉して気相部を窒素で置換した。酸素 NB の効果を検討するための比較対照として二酸化炭素 NB 培地も同様に調整した。31.5  $^{\circ}\text{C}$  で培養し、12 時間経過するごとに培養液の表面に生成される泡を観察するとともに、菌体濃度、ガス生成量、pH ならびにタンパク質濃度を測定した。また、*P. aeruginosa* が生成する泡の EOR 有用性を検討するために、珪砂 (平均粒径約 150  $\mu\text{m}$ ) を充填して作製したサンドパックの中に *P. aeruginosa* を植菌した酸素 NB 培地ならびに二酸化炭素 NB 培地を圧入して培養し、培養前後の浸透率の変化を測定した。

### 3. 結果と考察

図 1 に *P. aeruginosa* を 48~96 時間培養した培養液を示す。NB を含む培地において、培養開始から 48 時間経過後に培養液の表面に泡が観察され始め、60 時間経過後に最大の泡生成量が確認された。ガスおよびタンパク質も 48 時間経過後に検出され始め、以降増加する結果が得られており、泡の生成とタンパク質の生成に相関が認められたことから、泡はタンパク質とガスによって生成されたと推察された。酸素 NB 培地のみならず二酸化炭素 NB 培地においても泡の生成が認められたことから、NB 自体が *P. aeruginosa* の増殖および代謝に影響を及ぼしていることが示唆された。各種 NB を含む水および培地をゼータ電位測定に供したところ、二酸化炭素 NB は水中において負のゼータ電位であったのに対して、培地中においては正のゼータ電位であった。二酸化炭素 NB が培地中の陽イオンを

吸着して正の表面電位となり、負に帯電している微生物に微量必須元素を含む各種陽イオンを運搬する役割を担った可能性が推察された。二酸化炭素 NB 培地の方が酸素 NB 培地に比べてタンパク質およびガスの生成量が多く、泡の生成量も多かった。



図 1 酸素 NB 培地を用いた *P. aeruginosa* の培養によって培養液面に観察された泡 (左から培養 48 時間、60 時間、72 時間、84 時間ならびに 96 時間の培養液)

サンドパックを用いた実験において、*P. aeruginosa* をサンドパック内で 2 日間培養した後の浸透率は、図 2 に示すように培養前の浸透率の 1/2~1/3 にまで低下しており、*P. aeruginosa* によってサンドパック内で生成した泡がサンドパック内の孔隙を閉塞し、浸透率を低下させたことが推察された。これは Foam EOR による石油増進回収メカニズムと類似しており、*P. aeruginosa* に油層内で泡を生成させて石油増進回収を図る MEOR の可能性が示唆された。

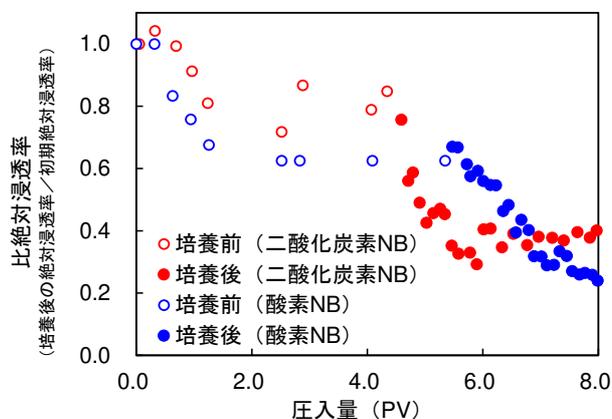


図 2 各種 NB 培地を用いた *P. aeruginosa* のサンドパック内培養の前後における比絶対浸透率 (= 培養後の絶対浸透率 / 初期絶対浸透率) の変化