

VII-134

紅色非硫黄細菌 *Rhodobacter sphaeroides* の増殖に対する硫化物の影響

東京大学大学院工学系研究科 正会員 中島 典之

東京大学大学院工学系研究科 伊津 恭子

東京大学環境安全研究センター 正会員 山本 和夫

1. はじめに

筆者らは、光合成細菌の一種である紅色非硫黄細菌を用いて有機性排水を嫌気・光照射下で処理し、生じた菌体を回収・有効利用するという、排水再資源化システムの開発を目的とした研究を行っている。実際の処理に適用するにあたっては他の微生物あるいはその代謝産物が紅色非硫黄細菌に与える影響についても考慮すべきである。嫌気条件で高濃度の硫酸イオンを含む排水を処理する場合、硫酸塩還元細菌が優占し、硫酸塩還元細菌が硫酸を硫化物に還元するため硫化物濃度が上がり、紅色非硫黄細菌の増殖が阻害されることが予想される。生成した硫化物を酸化させるために反応槽内を微好気状態に保つことも方法として考えられるが、その状態ではPHB（poly-3-hydroxybutylate：生分解性プラスチック原料）含有率が5～10%と低く、資源としての質が低下してしまうことを報告した¹⁾。ここでは、紅色非硫黄細菌の増殖と硫化物濃度の関係をバッチ実験により調べ、影響のある硫化物濃度を明らかにした。また、良好な資源としての質を保ちつつ、硫化物の影響を軽減するための対策として、紅色硫黄細菌を投入した場合についての結果を報告する。

2. 実験装置と実験方法

用いた菌株は紅色非硫黄細菌 *Rhodobacter sphaeroides* IFO12203（（財）醗酵研究所菌株）である。硫化物の影響を測定する実験の装置及び方法は伊津ら²⁾の方法に従った。紅色非硫黄細菌に紅色硫黄細菌を混合して増殖させるバッチ実験の概要は次の通りである。紅色非硫黄細菌 *Rb. sphaeroides* の他に、紅色硫黄細菌 *Chromatium vinosum* (ATCC. 17899) と硫酸塩還元細菌 *Desulfovibrio baarsii* (ATCC. 33931) をアルミシールバイアル（容量約70 mL）に0.5 mL ずつ植種し、気泡が入らないように培地を加えて密栓し、温度及び照度一定の条件で培養した。培地の条件は有機炭素源を酢酸500mgC/Lとし、硫化物を63mgS/L、硫酸イオンを270mgS/L、二酸化炭素を640mgC/L加えた光合成細菌用基本培地である。結果的には硫酸塩還元細菌はほとんど増殖しなかった。適当な時間にバイアルを1本ずつ開封し、菌体数の計数と菌体成分及び溶存有機炭素について分析を行った。菌体数の計数は明視野顕微鏡観察（1000倍）により行い、菌体数をバイオマス量に換算した。分析はTOCはShimadzu TOC-500で、酢酸、硫酸はイオンクロマトグラフで、PHBは凍結乾燥菌体をメタノール分解したのちGC-FIDでそれぞれ行った。

3. 実験結果と考察

図1に増殖を開始した時点での遊離硫化水素濃度（pHから求めた計算値）と比増殖速度の関係を示す。遊離硫化水素濃度4.0mgS/L以下で、増殖可能なことがわかる。また、遊離硫化水素濃度9.0mgS/L（総硫化物濃度21mgS/L以上）では全く増殖が見られなかった。Hansenらが紅色非硫黄細菌 *Rb. sphaeroides* SMG 158 の増殖可能な総硫化物濃度は、連続実験において基本培地で0.4mM（12.8mgS/L）と報告している³⁾が、この実験で得

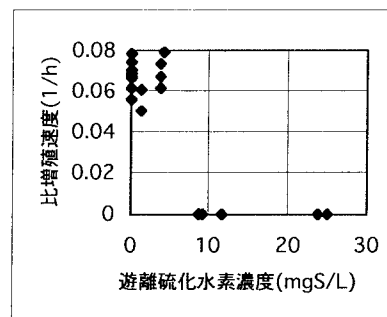


図1 増殖を開始した時点での遊離硫化水素濃度（pHから求めた計算値）と比増殖速度の関係

キーワード：紅色非硫黄細菌、硫化物、紅色硫黄細菌、排水処理、再資源化

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 Tel. 03-3812-2111 Fax 03-5689-8043

られた値はそれより大きい。

図2に紅色非硫黄細菌と紅色硫黄細菌のバイオマス量（炭素換算）の変化及び総硫化物濃度の変化を示す。培養開始時の硫化物濃度が63mgS/Lであっても紅色非硫黄細菌の増殖が可能であった。硫化物が高濃度の時は紅色非硫黄細菌は増殖していないが、硫化物濃度が0になった時点から増殖している。これは、紅色硫黄細菌が増殖する際に電子供与体として硫化物を酸化し、紅色非硫黄細菌への影響がなくなったからと考えられる。図3に溶存態有機炭素（酢酸）の濃度及びバイオマス中のPHB含有率を示す。紅色非硫黄細菌の増殖に伴い酢酸が全て消費され、PHB含有率は最大で35%となった。嫌気条件下での*Rb. sphaeroides*の収率は0.87⁴⁾であるため、今回の実験では酢酸は*Rb. sphaeroides*の増殖以外にも使われたと考えられる。植種した硫酸塩還元細菌は増殖が観察されなかったことから、酢酸の一部は紅色硫黄細菌の従属栄養的な増殖に用いられたと推測される。一方、PHB含有率に関しては*Rb. sphaeroides*はアンモニア存在下でも52% (mgC/mgC)⁵⁾という結果が得られており、紅色硫黄細菌の添加が回収菌体のPHB含有率の低下を招いたと言える。しかし、この*C. vinosum*も条件次第では50%程度のPHB含有率を示すことが報告されており⁶⁾、今後、回収菌体のPHB含有率を高めるための条件や運転方法を検討していく必要がある。

4. 結論

- 1) 紅色非硫黄細菌が増殖できる培地中の硫化物濃度の限界は、4.0mgS/L（遊離硫化水素濃度）であった。
- 2) 阻害の対策として紅色硫黄細菌を添加して硫化物の酸化を行わせたところ、初期硫化物濃度63mgS/Lの条件でも紅色非硫黄細菌が増殖し、投与有機物が全て除去された。この時のPHB含有率は約35%となった。

参考文献

- 1) 中島ら（1997）、第31回水環境学会年会講演集、p.229
- 2) 伊津ら（1996）、第33回環境工学研究フォーラム講演集、pp. 129~131
- 3) Hansen et al (1972)、Arch. Mikrobiol. 86, pp. 49-56
- 4) 中島ら（1994）、第28回日本水環境学会年会講演集、pp.548-549
- 5) Nakajima et al (1997) Proc. of ASIAN WATERQUAL '97, Vol I, pp.830-837
- 6) Liebergesell M et al (1991) Arch Microbiol, Vol.155(5): pp. 415-421

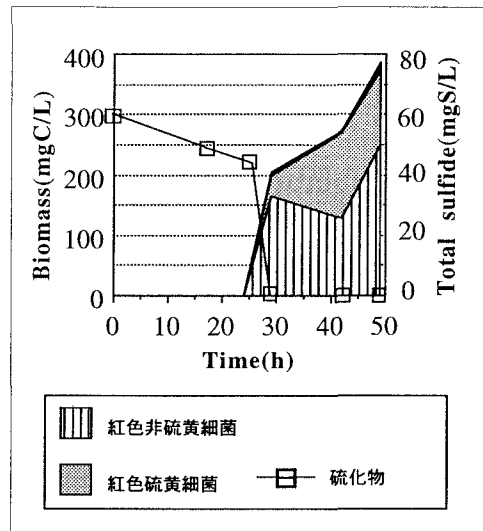


図2 紅色非硫黄細菌と紅色硫黄細菌のバイオマス量（炭素換算）の変化及び総硫化物濃度の変化

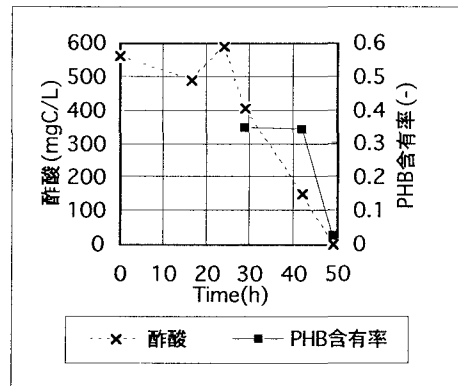


図3 溶存態有機炭素（酢酸）の濃度及びバイオマス中のPHB含有率