

II-603

活性汚泥における硫酸塩還元菌と糸状性硫黄細菌の共生関係  
ーモリブデン添加による硫酸塩還元とバルキングの抑制ー

金沢大学工学部 正員 池本良子・正員 小森友明・浅尾浩司・三宅祐司  
京都大学環境微量汚染制御実験施設 松井三郎

1. はじめに

筆者らは、活性汚泥法において硫酸塩還元が活発に起こるとバルキングが起りやすいことを実験的に見だし、硫酸塩還元が糸状性硫黄細菌Type 021Nの増殖の一因となっていることを指摘している。本研究では、活性汚泥における硫酸塩還元菌と糸状性硫黄細菌の共生関係を明らかにするために、人工廃水に硫酸塩還元菌の呼吸阻害剤であるモリブデンを添加して活性汚泥装置の運転を行ない、バルキング発生との関係について検討した。

2. 実験方法

20lの回分式活性汚泥装置を2個用い、都市下水処理場返送汚泥を種汚泥として、表1に示す組成の人工廃水にモリブデンを添加した系と添加しない対照系列を並列で運転した。運転サイクルは、2.0lの人工廃水を1.5時間嫌氣的に流入させ、3時間ばっ気した後1.5時間沈殿し上澄み2lを排出するという6時間1サイクルを繰り返すものであり、1日1回ばっ気終了直前に混合液を1l引き抜いた。モリブデン添加系は、モリブデン酸ナトリウム濃度を48、480、960mg/lと段階的に増加した。対照系列は、77日目に沈降成悪化による汚泥流出のため運転を中止し、種汚泥を入れ替えて再度運転を行なった。

余剰汚泥を用いてMLSSとSVIC (SV<sub>30</sub>が30%以下まで希釈して求めたSVI)、および硫酸塩還元菌数(MPN法)、糸状体長を測定した。また、余剰汚泥に、人工廃水と同組成の基質またはそれにモリブデンを添加した基質を加え、嫌気性条件下で振倒して水質変化を調べる回分実験を行なった。

3. 実験結果と考察

図1は両系列のMLSSとSVICの経日変化を、図2は糸状体長の変化を示したものである。対照系列は、運転開始から一週間程度でType 021Nが増殖し、沈降成悪化により汚泥の流出に至った。汚泥を入れ替えて運転を再開した場合も同様にType 021Nが増殖したが、後半でpH制御の不良のため糸状性細菌が減少した。一方、モリブデン添加系は、モリブデン濃度480mg/lまでは対照系列と同様にType 021Nが増殖し沈降性の悪い状態であったが、モリブデン濃度を960mg/lに増加すると糸状性細菌が減少しSVICが200以下になった。

図3は硫酸塩還元菌数の変化を示したものである。モリブデン添加量を増加すると硫酸塩還

表1 人工廃水の組成

| concentrations (mg/L)            |     |
|----------------------------------|-----|
| Glucose                          | 533 |
| Ethanol                          | 333 |
| NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> | 731 |
| KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>  | 66  |
| NaHCO <sub>3</sub>               | 222 |
| MgSO <sub>4</sub>                | 77  |
| CaCl <sub>2</sub>                | 52  |

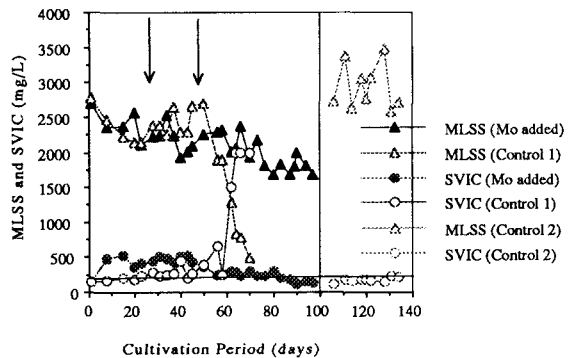


図1 MLSSとSVICの変化

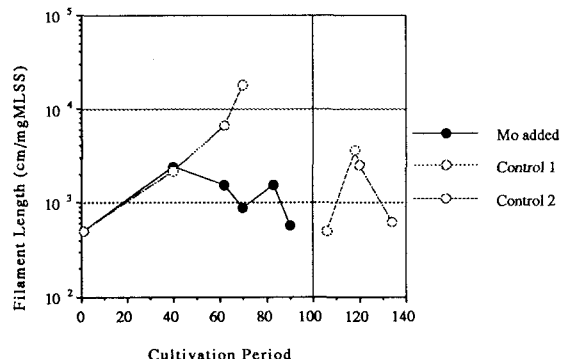


図2 糸状体長の変化

元菌数が激減していることがわかる。図4は対照系列で生成した活性汚泥を用いた回分実験の結果を示したものである。モリブデン添加基質を加えると硫酸塩還元が抑制されるが、無添加基質では顕著に硫酸塩還元が起こっている。図5はモリブデン添加系で生成した活性汚泥を用いた回分実験の結果を比較したものである。モリブデン添加基質を加えた場合も無添加基質を加えた場合も、硫酸塩の減少と硫化物の増加はほとんど認められず、硫酸塩還元菌の活性は非常に低いことがわかる。以上のことより、硫酸塩還元が活発におこる対照系列ではType 021Nが優位に増殖するのに対し、モリブデン

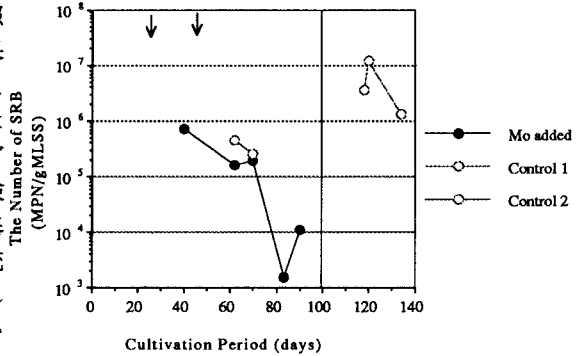
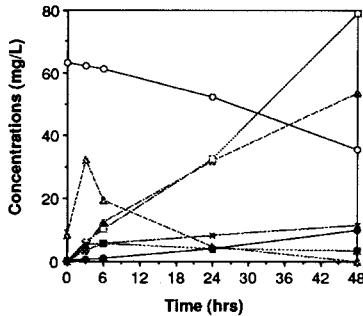
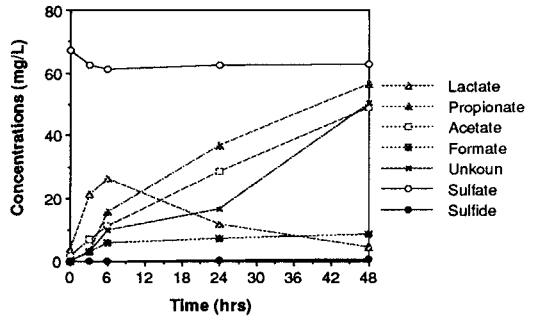


図3 硫酸塩還元菌数の変化

添加系では、硫酸塩還元菌数が減少しその活性が極めて低くなり、糸状性硫黄細菌の増殖が抑制されることが明かとなった。このことは、活性汚泥中で硫酸塩還元菌とType 021Nは片利共生関係にあり、本実験条件下では硫酸塩還元がType 021Nの増殖の主要因子であることを示している。

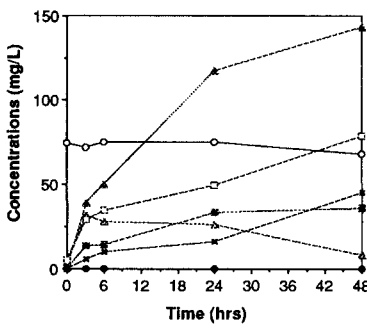


(a) モリブデン無添加基質

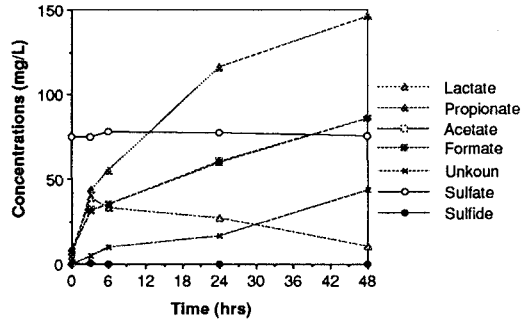


(b) モリブデン添加基質

図4 対照系列の回分実験の結果



(a) モリブデン無添加基質



(b) モリブデン添加基質

図4 モリブデン添加系列の回分実験の結果

図4で、モリブデンを添加して硫酸塩還元を抑制した回分実験において、無添加基質で行なった回分実験よりも酢酸の生成量が半分程度に減少したことから硫酸塩還元菌は酢酸生成に関与していると考えられる。また、モリブデン添加実験において未同定の物質が多く蓄積された。硫酸塩還元菌は主にこの物質を利用していると考えられる。この物質は、酢酸、プロピオン酸、乳酸、酪酸、吉草酸、ピルビン酸、こはく酸、りんご酸、くえん酸ではなかった。

4. まとめ グルコースを主要炭素源としてモリブデンを添加した人工廃水を用いて活性汚泥の運転を行なうと、硫酸塩還元菌が減少し硫酸塩還元活性が極めて低くなった。その結果、糸状性硫黄細菌Type 021Nの増殖が抑制されたことから、硫酸塩還元がバルキングの主な原因となっていることが確認された。硫酸塩還元菌は酢酸生成に関与していた。硫酸塩還元菌が利用していると考えられた未同定物質の同定が今後の課題である。