

VII-105

硫黄脱窒細菌を利用した養液栽培排水の処理方法の開発
— 負荷変動の応答性と処理槽内微生物反応 —

金沢大学工学部 正 池本良子・正 小森友明・学 井出康行・松上俊行
明和工業（株） 野村美由紀

1. はじめに

養液栽培排水は高濃度の窒素を含むためその処理が重要である。筆者らは、硫黄脱窒細菌を用いた高濃度養液栽培排水の処理実験を行った結果、良好な処理が達成できることを報告した。養液栽培排水は、発生時期、発生量に大きな季節変動があるため、その応答性を明らかにする必要がある。そこで本研究では、実養液栽培排水の発生状況にあわせた負荷変動実験を行い、その応答性を明らかにするとともに、処理槽内に生育した微生物の反応について検討を行った。

2. 実験方法

図1に示すような処理装置を実験室内に設置し、模擬養液栽培排水を通水して処理実験を行った。通水量は、実排水の発生状況に合わせ、期間1では125mL/min、期間2では80mL/min、期間3では230mL/min、期間4では400mL/minと変化させた。実験終了時に表1に示す7種の基質を添加した回分実験によって微生物反応を検討するとともに、脱窒速度を求めた。

3. 実験結果

図2は硝酸塩濃度の経日変化を示したものである。期間1では2週間程度で処理水質が安定化した。流量を低下した期間2においては、初日に流出硝酸塩濃度の増加が認められたが、その後、期間3、期間4で流量を増加しても、初期の硝酸塩濃度の増加は現れず、処理水質は安定していた。しかし、水温が15°Cをきってから処理水質がやや悪化する傾向が認められた。

図3は処理槽内に増殖した生物を用いた無酸素条件（脱窒条件）の回分実験の結果を示したものである。チオ硫酸塩を電子供与体として与えた場合（基質2）に最も良好に脱窒反応が進行していることが分かる。チオ

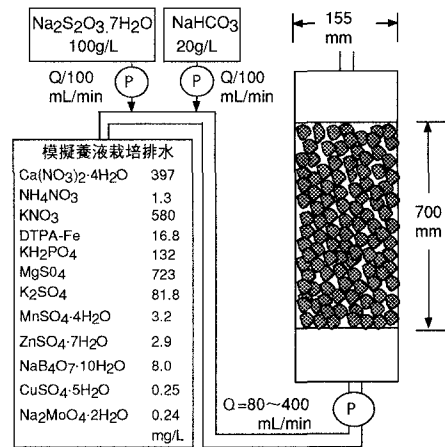


図1 実験装置の概要

表1 回分実験に用いた基質

基質	基質1	基質2	基質3	基質4	基質5	基質6	基質7
Polypeptone	200	0	0	0	200	200	0
CH ₃ COOK	300	0	0	0	300	300	0
NaNO ₃	411	411	411	411	0	0	0
Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	0	748	0	0	0	748	748
Na ₂ S ₉ H ₂ O	0	0	375	0	0	0	0
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	121	121	121	121	0	0	0
CaCl ₂ ·4H ₂ O	187	187	187	187	187	187	187
DTPA-Fe	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8
KH ₂ PO ₄	132	132	132	132	132	132	132
MgSO ₄	723	723	723	723	723	723	723
K ₂ SO ₄	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8	81.8
MnSO ₄ ·4H ₂ O	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
NaB ₄ O ₇ ·10H ₂ O	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

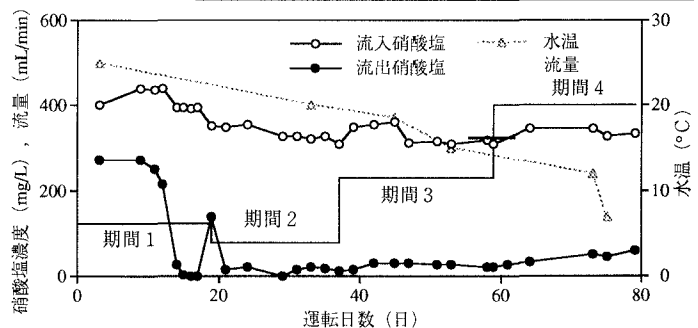


図2 硝酸塩濃度の経日変化

キーワード：脱窒，硫黄脱窒，硫酸塩還元，生物膜法，養液栽培，窒素除去

連絡先（〒920-8667 金沢市小立野2-40-20 金沢大学工学部・電話076-234-4641・Fax076-234-4644）

硫酸脱窒は両論的に進行していたことから、硝酸の減少速度からチオ硫酸脱窒速度を求めた。有機物を電子供与対として与えた場合も（基質1）、電子供与体を与えなかった場合（基質4）も、9時間までは硝酸塩の減少に伴って硫酸塩が増加した。これは微生物内及び微生物外部の生物膜内に蓄積されていた硫黄の酸化に由来しており、硫黄を用いた脱窒が両論的に進行していた。また、9時間以降硫酸塩の増加が止まり、有機物を与えた場合にはICの増加と硫酸塩の減少が認められることから、他栄養性脱窒起こったことを示している。硫化物を電子供与対として与えた場合（基質3）も脱窒が進行したが、硫酸の増加量がやや両論値を上回っていることから、生物膜内硫黄粒を用いた脱窒も同時に進行したものと考えられる。以上の結果から、脱窒速度を求め表1にまとめた。基質として添加しているチオ硫酸塩を用いた脱窒速度が最も速いが、汚泥内硫黄や硫化物を用いた脱窒も1/5程度の速度で起こることが分かる。生物膜内の硫黄粒の蓄積量は約70mg/gと非常に多く、処理装置内の硫黄粒の蓄積により、窒素負荷の変動に対して強くなったものと推定できる。一方、筆者らは同様の排水条件で窒素負荷が期間4の1.5米の条件で運転を行った結果、汚泥の増殖量が多く、処理槽内微生物の他栄養性脱窒活性はチオ硫酸脱窒活性と同程度に高いことを報告した。しかし、本実験条件では、他栄養性脱窒細菌の活性は非常に低かった。

図4は嫌気条件の回分実験結果を示したものである。チオ硫酸を添加しない場合（基質5）は、硫酸塩の減少が認められず、硫化物が増加したことより、硫黄粒の還元が起こっていることが分かる。チオ硫酸を添加すると（基質6、7）、チオ硫酸の減少に伴って硫化物と硫酸が生成したことより、チオ硫酸塩と硫黄粒の還元および発酵が起こっていることが考えられる。

4 まとめ

上向流型生物濾床装置を用いて、チオ硫酸ナトリウムを電子供与体とした養液栽培排水の処理実験を行った結果、以下のことが分かった。

- 1) 流入負荷を変動させても、処理水質は安定していた。
- 2) 水温が15℃以下に低下すると処理水質が悪化する傾向にあった。
- 3) 生物膜の硫黄脱窒活性は極めて高く、他栄養性脱窒活性は低かった。
- 4) 生物膜内には硫黄脱窒細菌と硫酸塩還元細菌が共存し、硫黄粒の酸化と還元が起こっていた。

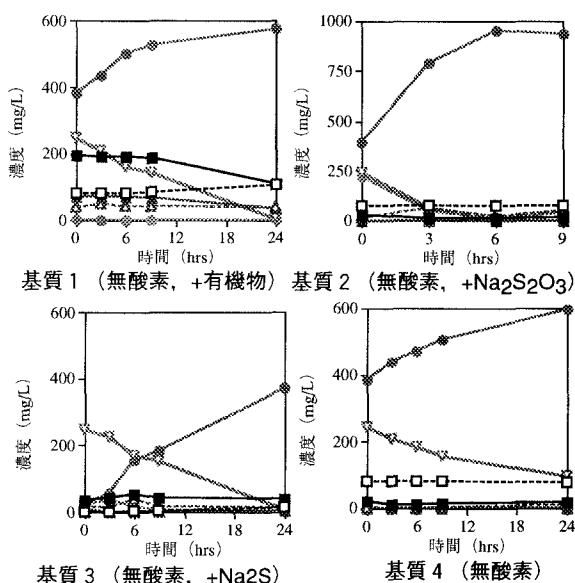


図3 無酸素条件（脱窒条件）の回分実験結果

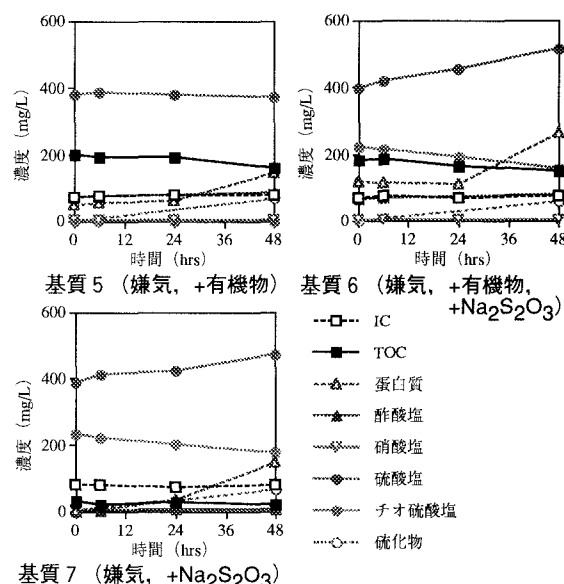


図4 嫌気条件の回分実験結果

表2 脱窒速度

	チオ硫酸塩脱窒	硫黄粒脱窒	硫化物脱窒	他栄養性脱窒
脱窒速度 (mgNO ₃ /gMLSS.hr)	53.8	9.9	10.1	2.33