

活性汚泥によるトリクロロエチレン分解機構 -2)微生物相の検討

金沢大学工学部
金沢大学大学院工学研究科
金沢大学工学部 4 年

池本良子・小森友明
○松井義弘・谷川孝宏
能登史和

1.はじめに

TCEなどの有機塩素化合物による地下水、土壌汚染が深刻な問題となっている。その解決策として曝気処理や触媒酸化などの方法が採られているが、経済性と完全な分解処理といった点では問題が残る。将来的にはTCEを完全に無機化する生物処理がTCE浄化処理として重要になるであろう。

TCEを分解する微生物として現在では、トルエン資化細菌、メタン資化細菌、フェノール資化細菌、アンモニア酸化細菌、プロパン酸化細菌などが単離され、その分解特性が明らかとなっている。しかしこれらの微生物は、それぞれの利用基質を摂取する際に、結果的にTCEを分解しているに過ぎない。そのためにその誘導基質の添加が不可欠であるが、誘導基質自体が有害物質であることが多く、実際の処理では不適当である。このため、近年では遺伝子操作を行なった微生物の研究も行なわれている。

筆者らは、活性汚泥によるTCE分解性を検討し、その結果、誘導物質を添加しなくても容易に分解することを確認した。しかし、活性汚泥の性質によってTCE分解能が大きく異なった¹⁾。そこで本研究ではどのような微生物相をもつ活性汚泥にTCE分解能があるかについて検討を行なった。

2.TCE分解に用いた活性汚泥とその微生物相

TCE分解実験には実験室嫌気好気活性汚泥(Sludge L1,L3)、金沢市西部処理場嫌気好気活性汚泥(Sludge S)を用いた。これらの活性汚泥の微生物相の構成を調査するために培養装置内の水質分析を行なった。図 1 にその一例としてSludge L1のTCE分解能力があったとき(95/11/7)と、なかったとき(95/8/11)の装置内の硫酸塩と硝酸塩の濃度変化を示す。特徴としてTCE分解能力のあるとき(95/11/7)は硫酸と硝酸が嫌気槽で減少し曝気槽で再び増加しているのに対して、TCE分解能力のないとき(95/8/11)はそのような減少が起こっていないことが分かる。

上記のようにそれぞれの活性汚泥の特徴を調査し、まとめたものを表1に示す。TCE分解性と各項目を比較した結果、硫酸塩還元、硫黄酸化、脱窒硝化に関連性があることが予想された。このことから、TCE分解に関与している可能性のある微生物として硫酸塩還元菌、硫黄酸化細菌、硝酸菌が挙げられた。

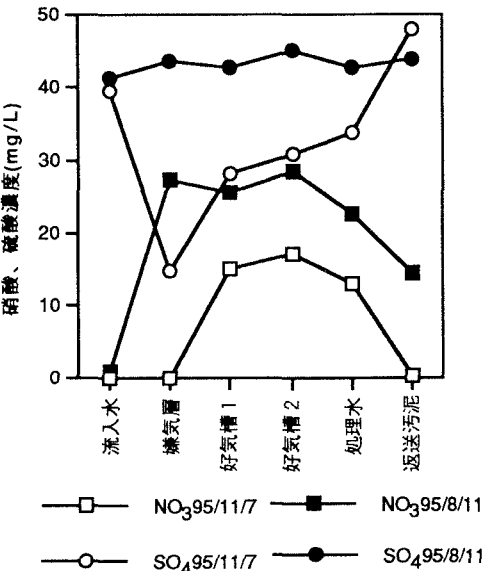


図1 実験装置内水質分析結果の一例 (Sludge L1 95.8.11, 95.11.7)

表 1 TCE分解実験に用いた活性汚泥の性質

	TCE分解性	リンの放出	硫酸塩還元	硫酸塩還元菌数	糸状体長	硫黄酸化速度	硝化速度
	速度定数	最大放出量	速度定数			硫酸生成量	硝酸生成量
	($\times 10^3/\text{g-MLSS} \cdot \text{hr}$)	(mg/L)	($1/\text{g-MLSS} \cdot \text{hr}$)	(MPN/g-MLSS)	(cm/mg)	(mg/L)	(mg/L)
Sludge L1							
93/7/7	1.2~9	2.6	0.839	$10^7 \sim 10^8$	1000	-	-
95/8/11	0	25.7	-	$10^7 \sim 10^8$	-	-	-
95/11/7	~0.9	42.3	0.163	3.9×10^7	1384	21.0	41.1
Sludge L3	1.9	7.5	0.26~0.66	$10^5 \sim 10^8$	667~2305	19.8	51.2
Sludge S	0.9	-	0.159	$10^7 \sim 10^8$	3658	11.8	21.3

3. 硫酸塩還元菌によるTCE分解の検討

硫酸塩還元菌がTCE分解に関与していることを調べるために、基質に硫酸塩還元菌の呼吸阻害剤であるモリブデン (Mo , $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 960mg/L) を添加してTCE分解実験を行った。図2はTCE分解実験の結果から求めた分解速度定数 k を表わしている。 Mo を添加して硫酸塩還元菌の活動を抑制してもTCE分解に明確な影響はみられないことから、硫酸塩還元菌はTCE分解に直接関与していないと考えられる。

4. 硫黄酸化細菌によるTCE分解の検討

硫黄酸化細菌によるTCE分解性を検討するために硫黄酸化細菌の活動量を測定し、TCE分解性と比較検討した。硫黄酸化細菌の活動量の指標として、硫酸塩の生成速度から検討した。実験方法は、硫酸塩を含まない無機物基質と Na_2S 100mg/L を活性汚泥に添加し、好気性になるよう三角フラスコ中で攪拌培養し、経時的に試料をサンプリングし、硫酸塩を測定した。図3にその結果の一例を示す。9時間後の硫酸塩の生成量は、sludge L3, L1が同程度で約20mg/L、Sludge Sは約12mg/Lと生成が遅かった。このようにSludge L1, L3の硫酸塩生成速度はTCE分解速度に関係なく同程度であり、TCE分解速度定数との関連性がなかった。以上のことから硫黄酸化細菌がTCE分解に関与している可能性は低い。

5. 硝化菌によるTCE分解の検討

次に、硝化菌によるTCE分解性を検討するために、硫黄酸化細菌の活動量と同じく硝化菌の活動量を測定した。活動量は硝酸塩の生成速度を指標とし、無機物基質に NH_4HCO_3 を添加し、攪拌培養した。実験方法は硫黄酸化速度実験と同じである。図4にその結果を示す。硝酸生成速度は、sludge L3が最も速く、sludge L1、Sludge Sの順であった。硝酸生成速度とTCE分解速度が一致する傾向にあった。以上のことから、硝化菌がTCE分解に関与している可能性があることが示唆された。

6. まとめ

TCE分解をする活性汚泥の微生物相として以下のことが分かった。

- 1) 嫌気好気活性汚泥法で馴養した活性汚泥はTCE分解能力が高い傾向にあったが、TCE分解性を有しない嫌気好気活性汚泥もあった。
- 2) 硫酸塩還元菌はTCE分解に関与していなかった。硫黄酸化細菌も関与していない可能性が高かった。
- 3) 硝化菌がTCE分解に関与している可能性が高かった。
- 4) 今回の実験はTCE分解性が小さい活性汚泥を用いたが、高いTCE分解性を有する活性汚泥を用いて、硫黄酸化細菌、硝化菌とTCE分解の関連性を今後更に調査する必要がある。

参考文献 1) 池本良子、小森友明、松井義弘: 嫌気好気活性汚泥による難分解性物質の除去に関する基礎的研究 - トリクロロエチレンの分解 -、環境技術、Vol.24, No.4, 1995。

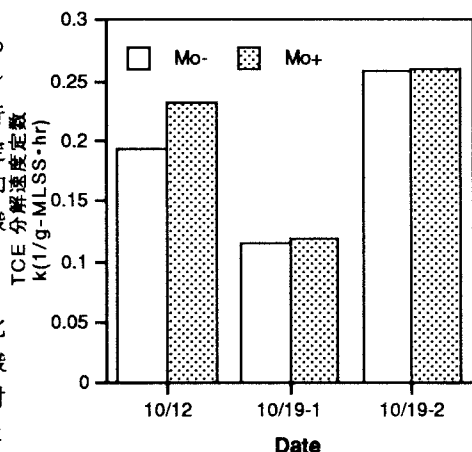


図2 TCE分解におけるモリブデンの影響

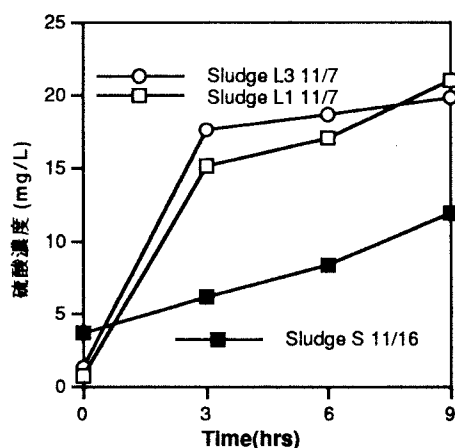


図3 硫黄酸化細菌による硫酸生成速度

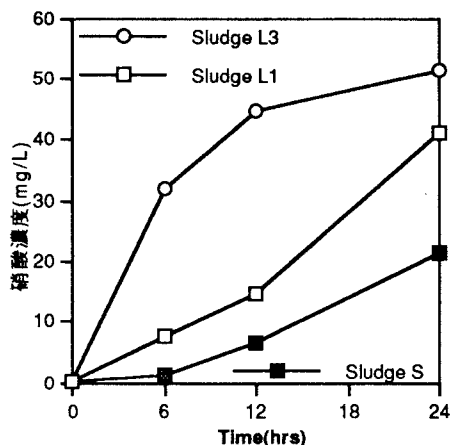


図4 硝化菌による硝酸生成速度