

余剰汚泥の抑制を目的とした高酸素濃度条件下での活性汚泥法の研究

山口大学大学院 学生会員 富田慎太郎 宇部工業高等専門学校 非会員 竹内正美
広島商船高等専門学校 非会員 村上定瞭 宇部工業高等専門学校 非会員 山崎博人
山口大学大学院 正会員 今井剛

1. 緒言

有機性汚水は我々の生活や産業の活動に伴って大量に排出される。この汚水処理には、微生物の浄化機能を活用する活性汚泥法が広く普及しているが、汚水中の汚濁有機物を摂取して微生物が増殖する。この増殖微生物は、汚水処理汚泥として産業廃棄物となる。この汚泥は、国内において産業廃棄物の中で多くの割合を占めるとともに、大量の水分を含み、脱水性が悪くまた腐敗しやすいため、その処理・処分に膨大な経費が費やされている。

本研究では、高酸素濃度活性汚泥法により余剰汚泥の発生しない生物処理技術の開発を行っている。この技術は、微生物を高酸素濃度条件下で培養することによって微生物の同化反応を抑制し、余剰汚泥が発生しにくいシステムである。実験装置に密閉型活性汚泥装置を用いて、純酸素ガス及び酸素と窒素の混合ガスを供給し、活性汚泥の増殖量、その性状及び汚水の処理性能について調べた。

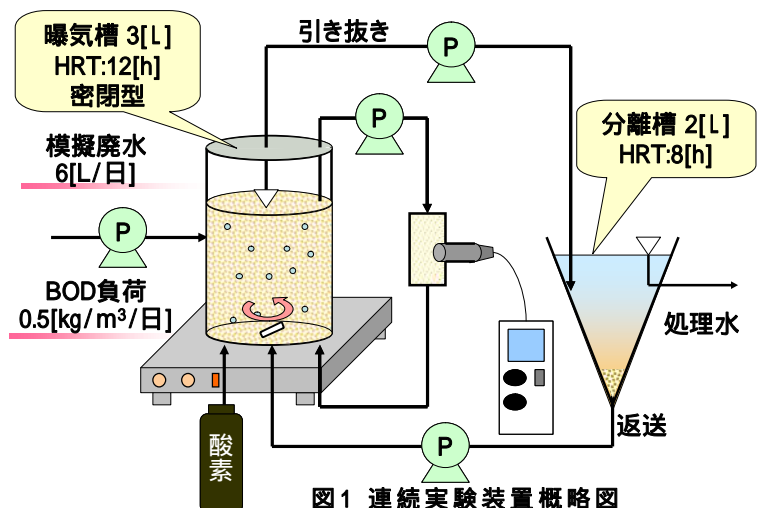
2. 高酸素濃度活性汚泥法の原理

微生物が有機性汚濁物質を摂取すると、有機性汚濁物質はその生命維持のためのエネルギー生産と細胞合成とに利用される。前者は異化反応、後者は同化反応と呼ばれる。摂取された有機性汚濁物質のうち、エネルギー生産に利用される割合を異化率、細胞合成される割合を同化率とすると、 $異化率 + 同化率 = 1$ が成立する。ここで、活性汚泥法における微生物反応において、外部因子により異化反応を促進し、同化反応を抑制することができれば、微生物の増殖が抑制され、発生する汚泥量が少なくなる。本研究ではその外部因子として溶存酸素（DO）濃度に注目し、この濃度を空気飽和溶存酸素（大気圧下 25℃ で 8.1mg/L）以上の非常に高いレベルに維持することとした。

3. 研究方法

3.1 活性汚泥処理装置の運転条件

実験装置の概略図を図1に示す。実験装置として容積 3L の密閉型曝気槽に、2L の分離槽を付設し、曝気槽に 1日 6L の模擬排水を投入した。汚泥は曝気槽容積が 3L になるようにポンプで引き抜き、分離槽に送られる。分離槽では固液分離が行われ、沈降した汚泥は再び曝気槽へ返送される。実験期間を通して汚泥の引き抜きは行わなかった。分離槽の上澄み液は処理水として取り出した。模擬排水は、スキムミルクと栄養塩類を調整したものである。曝気槽内の温度は 25 ~ 27℃、pH は 5.0 ~ 7.0、曝気槽の容積負荷は 0.5 kg-BOD/m³/day、曝気槽内の DO 濃度は 2mg/L ~ 25mg/L の範囲で実験を行った。DO 濃度 2mg/L は空気曝気、他は純酸素で曝気を行った。曝気槽内の汚泥濃度 (SS) の測定を行い、活性汚



泥の性状について空気曝気との比較を行った。また処理能力についても検討した。

3.2 窒素混合曝気実験

コスト面の問題を解消する圧縮空気曝気の適用可否を検討するため、窒素と酸素の混合ガス（1：4）で曝気し、窒素混合曝気実験を行った。両者を比較し、窒素が汚泥の性状に及ぼす影響を検討した。

4．結果及び考察

4.1 純酸素曝気実験

各 DO 濃度での平均 SS 濃度の結果を図 2 に示す。これらの結果から、DO 濃度を高く維持することにより、余剰汚泥の発生を抑制できるだけでなく、曝気槽内の汚泥量を少なくすることが可能であった。純酸素曝気実験では、長期にわたって連続的に運転することができた。しかし空気曝気による DO 濃度 2mg/L の実験では、2～3ヶ月実験を続けると汚泥が膨化し実験が困難になった。本実験では DO 濃度が 17 mg/L 程度以上あれば、十分な汚泥削減効果が得られることが判明した。なお DO 濃度と SS 濃度の関係をより明確にするために、DO 濃度を細かく変えて実験を続けることが重要である。水質処理能力に関しては汚泥量に変化しても影響はみられなかった。（図3）

4.2 窒素混合曝気実験

窒素混合曝気は DO 濃度 10,13,17 mg/L で実験を行い、どの DO 濃度においても純酸素曝気時の汚泥量と差はなかった。水質処理能力、汚泥沈降性にも影響はなく、窒素の影響は全くないことが判明した。よって圧縮空気の実用化が期待できる。

4.3 遺伝子工学実験

PCR-DGGE 法を用いて、異なる DO 濃度における反応槽内の微生物種が異なるかどうか調べたところ、DO 濃度によって微生物群の分布が異なることが（図4）判明した。

5．まとめ

DO 濃度を高く維持することで汚泥量を抑制した処理系を構築することができた。また、汚泥の性状に窒素の影響がなかったことから圧縮空気曝気の実用化が期待できる。分子生物学的分析により、異なる DO 濃度において異種の微生物が存在し、高 DO 濃度では異化率の高い特異的な微生物の増殖が示唆された。

今後は高 DO 濃度条件下で特異的に生育する微生物を優占的に増やす最適条件、あるいは低 DO 濃度条件下で生育する微生物を抑制する最適条件を検討する予定である。

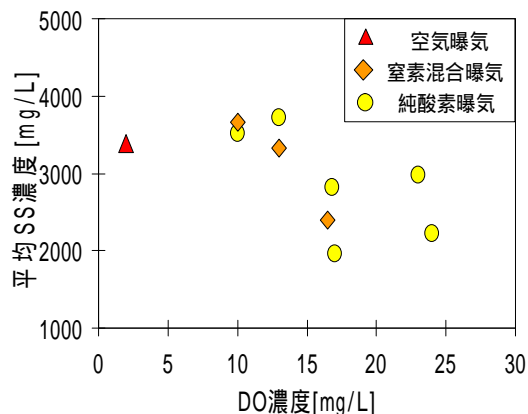


図2 各DO濃度における汚泥量

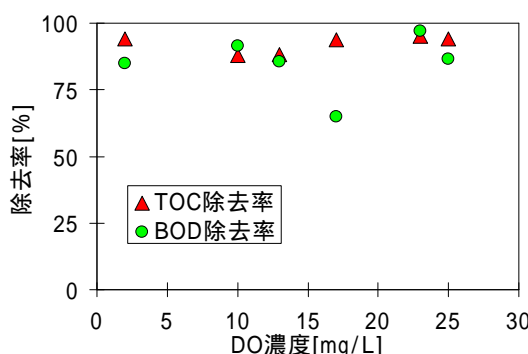


図3 各DO濃度におけるBOD及びTOC除去率

PCR-DGGE法

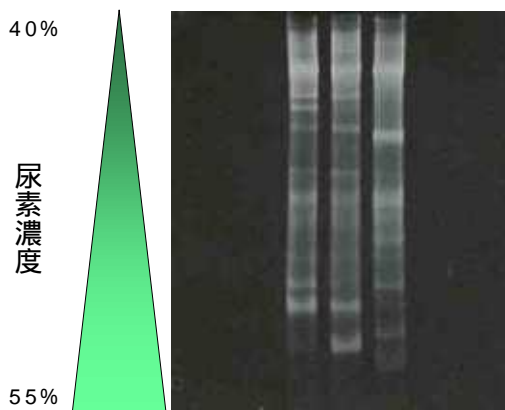


図4 PCR-DGGE法の実験結果