

超音波処理による汚泥の液化特性と溶出有機物質の生物分解性に関する基礎的研究

愛媛大学工学部 学生員 ○服部祐嘉

愛媛大学工学部 正会員 西村文武

1. はじめに

活性汚泥法は、生物学的排水処理法の中で最も採用例の多い技術であり、排水中の有機物の一部は生物学的作用により水と二酸化炭素にまで分解される。このとき、有機物を摂取した活性汚泥は増殖し、余剰汚泥となって処理工程から排出される。しかし下水道の普及により余剰汚泥総量が増え続けている一方で、産業廃棄物最終処分場の残余年数は、平成 14 年 4 月時点で全国平均 4.3 年¹⁾であり汚泥削減は緊急の課題である。

近年、下水処理場で発生する余剰汚泥そのものを減らす汚泥減量化の技術が様々に提案されており注目を集めている。その技術は、生物体である汚泥を何らかの方法で可溶化または液化し、再度微生物に代謝させ無機化を促進させる。しかし、減量化処理方法によって溶出する物質、その量、速度、物質構成に差があり、減量化処理後に再度曝気槽へ返送した場合、曝気槽での生物分解性が異なると考えられる。よって本研究では、超音波の物理的応用を用い、処理をした時点で汚泥がどのように変化しているかを回分式実験にて調査し、処理特性について調べる。また、好氣的条件下で処理ろ液による回分式実験を行い、超音波処理によって溶出する溶出有機物質の生物分解性を調べる。

2. 実験方法

2-1. 超音波処理による減量化特性把握実験

汚泥を超音波処理し、その変化を測定する。実験用具としてはスチール缶(直径 53.08mm、高さ 99.38mm)、2L のステンレスカップ、超音波発生器、ホットプレートスターラー、温度調節機を使用する。汚泥は松山市浄化センターより採取してきた返送汚泥を使用する。採取した汚泥を遠心分離(3000rpm、3 分間)し、蒸留水で 2 回洗浄したものを活性汚泥混合液とし、使用する。

まずスチール缶に SS 濃度が 4800(mgSS/L)程度の活性汚泥混合液を 100(ml)をとり、水浴の中に設置し、超音波処理をする。試料の温度は 20、30(°C)とする。処理時間は 10、20、30(min)、電圧をそれぞれ 20、40、60(V)で超音波処理をする。超音波の周波数は 24(kHz)、インターバルは 0.5(s)、電圧は 4(A)で一定とする。比較対象として超音波処理していないものを使用する。

2-2. 超音波処理による溶出有機物質の生物分解性把握実験³⁾

超音波処理によって溶出する溶出有機物質の生物分解性を調べるために、好氣的条件下で処理ろ液の回分式実験を行う。処理ろ液は、SS 濃度が 4800 (mgSS/L)程度の活性汚泥混合液に 60(V)、30(min)の超音波処理し、0.2 μ m のメンブレンフィルターでろ過し得た。超音波の周波数は 24(kHz)、インターバルは 0.5(s)、電圧は 4(A)で一定とした。また、対象系はグルコース溶液とし、その濃度は処理ろ液の DOC 濃度と同程度にする。

まず、500ml のビーカーを反応槽とし、ビーカーに超音波処理後のろ液と対照系であるグルコース溶液をそれぞれ 400ml 入れ、NH₄Cl 溶液 (300mgN/L) を 10ml、KH₂PO₄ 溶液 (300mgP/L) を 2ml、NaHCO₃ 溶液 (2800mgNaCO₃/L) を 10ml、活性汚泥混合液を MLSS 濃度 3000 (mg/L) 程度になるように加える。実験開始後、適時一定量の試料を採取する。反応槽内を好氣的条件にするためにセラミック製散気管を用いて曝気した。また反応槽内が 25°C に維持されるように、ヒーターと攪拌ポンプを使用した。

3. 結果及び考察

超音波処理による減量化特性把握実験の結果として、加熱条件30℃の超音波処理時でのSS濃度の経時変化を図3-1に、加熱条件30℃、処理電圧60VでのT-N中の各構成窒素濃度の経時変化を図3-2に、T-P中の各構成リン濃度の経時変化を図3-3に、加熱条件30℃でのDOC濃度の経時変化を図3-4に示す。図3-1より、処理電圧が高いほどSS濃度はより多く減少している。図3-2では、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ は検出されなかった。図3-2及び図3-3より、栄養塩である $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ が溶出している。また、図3-4より、処理電圧が高くなるほどDOC溶出量が多い。

超音波処理による溶出有機物質の生物分解性把握実験の結果として、DOC濃度の経時変化を図3-5に、処理ろ液の有機物質濃度の経時変化を図3-6に示す。図3-5及び図3-6より、DOC濃度、タンパク質及び糖質は実験開始

から15時間かけて減少している。処理ろ液は、生物分解されにくい画分が存在することが示されている。タンパク質は80%が除去されたのに対し、糖質は50%しか除去されていないことから、生物難分解性画分は糖質であると考えられる。

4. おわりに

超音波処理による減量化特性把握実験では、超音波処理によって $\text{NH}_4\text{-N}$ 及び $\text{PO}_4\text{-P}$ が溶出した。超音波処理液を再度曝気槽へ返送する際は、栄養塩の増加、生物学的硝化作用によるアルカリ度の低下への対策が必要である。超音波処理による溶出有機物質の生物分解・利用性把握実験では、処理ろ液中の難分解性物質は主に糖質であることが示された。無機化の促進を図るためには、この部分の処理についての検討が必要である。

参考文献

- 1)環境省：平成16年度 環境白書,p.110,(2004).
- 2)日立造船株式会社：排水処理における汚泥減容化技術：下水汚泥減量化・利用促進事業共同研究報告書,pp.1-10,(2004).
- 3)西村武文：オゾンによる下水汚泥の可溶化特性と溶出物質に関する基礎的研究：愛媛大学工学部紀要第20巻,pp.167-172,(2001).

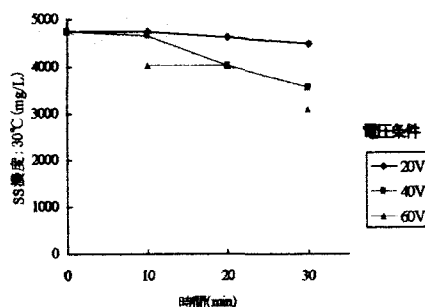


図3-1 超音波処理時でのSS濃度の経時変化
加熱条件: 30℃

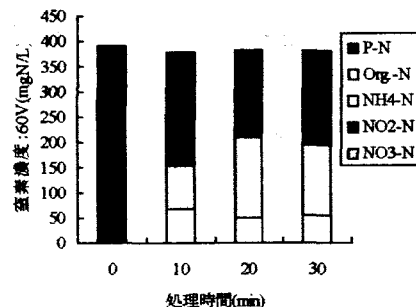


図3-2 T-N中の各構成窒素濃度の経時変化
加熱条件/処理電圧: 30℃/60V

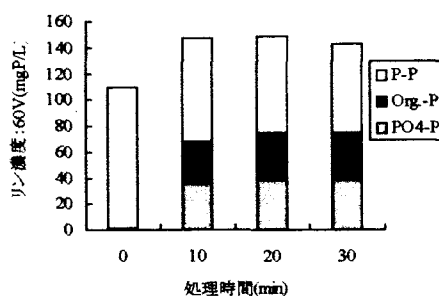


図3-3 T-P中の各構成リン濃度の経時変化
加熱条件/処理電圧: 30℃/60V

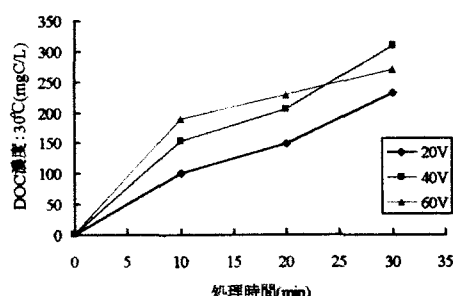


図3-4 超音波処理でのDOC濃度の経時変化
加熱条件: 30℃

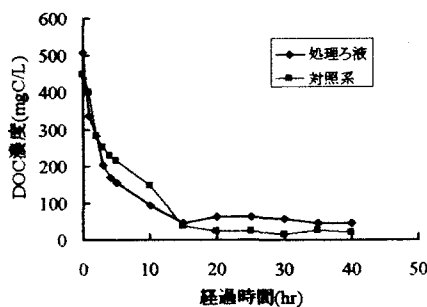


図3-5 DOC濃度の経時変化

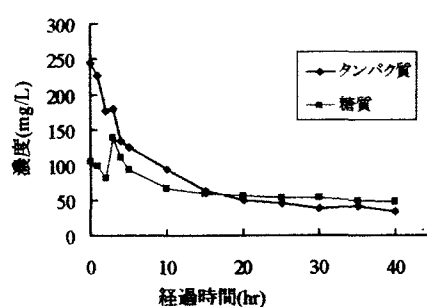


図3-6 処理ろ液中のタンパク質及び糖質の経時変化