

VII-5 超音波による下水汚泥の液化特性と液化液の微生物代謝性に関する研究

愛媛大学大学院理工学研究科 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

近年、下水道の普及により下水処理施設からの余剰汚泥が増加している。日本では、余剰汚泥は焼却処分され、産業廃棄物最終処分場にて埋め立てられている。しかし一方、産業廃棄物最終処分場の残余年数も平成14年4月時点で4.3年と残りわずかとなっており¹⁾、余剰汚泥発生量を減少させることが大きな課題となっている。そこで本研究では、超音波の物理的反応を用い、処理をした時点で汚泥がどのように液化しているかを回分式実験にて調査し、照射電力量の違いによる物質の溶出特性について調べる。また、好気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²⁾

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(℃)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、好気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5000(mgSS/L)程度の活性汚泥混合液に60(V)、30(min)の超音波処理し、0.2μm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、1000mlの三角フラスコを反応槽とし、三角フラスコに超音波処理後の処理ろ液と対照系であるグルコース溶液をそれぞれ1000ml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。反応槽内を好気的条件下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℃に維持されるように、ヒーターと攪拌ポンプを使用した。

2-3.照射電力量

超音波処理による減量化特性把握実験において、1mgのMLSSに照射される電力量を式(1)にて表す。

$$W(Wh/mgSS) = \frac{VIHS}{60CL} \quad \dots (1)$$

この時、Vは電圧(V)、Iは電流(A)、Hは処理時間(min)、Sは1秒間中の超音波照射がONになっている時間の比(-)、CはSS濃度(mgSS/L)、Lは試料量(L)とする。

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SS1mg当たりの溶出窒素量を図3-1、リン溶出量を図3-2、DOC溶出量を図3-3に示す。超音波を汚泥に照射すると窒素、リン、DOC溶出量は照射電力量に比例し溶出量は増加する。しかし照射電力量が限度を越えると照射電力量を増やしても溶出しなくなる。

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タンパク質濃度の経時変化を図3-4、炭水化物濃度の経時変化を図3-5、DOC濃度の経時変化をそれぞれ図3-6に示す。40時間後でのタンパク質は25(mg/L)、炭水化物は58(mg/L)が残存した。また対象系のグルコース溶液のタンパク質は、活性汚泥から溶出したものと考えられる。

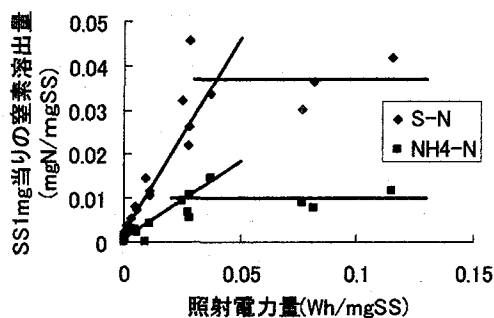


図3-1 超音波処理によるSS1mg当たりの窒素溶出量

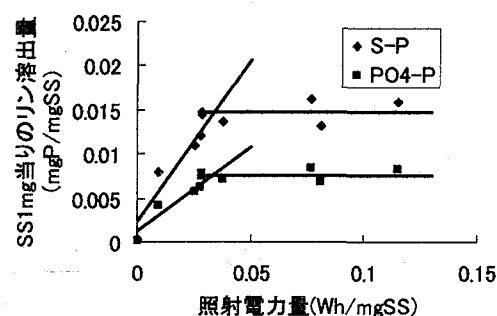


図3-2 超音波処理によるSS1mg当たりのリン溶出量

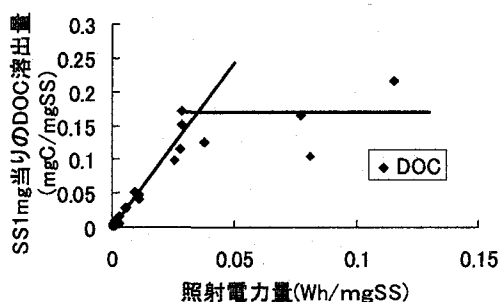


図3-3 超音波処理によるSS1mg当たりのDOC溶出量

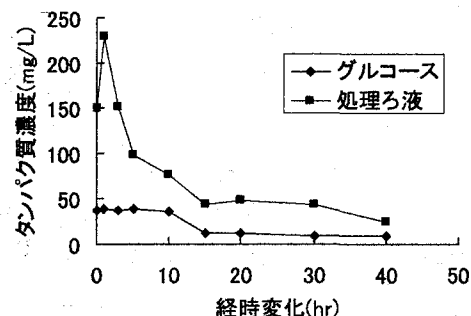


図3-4 タンパク質濃度の経時変化

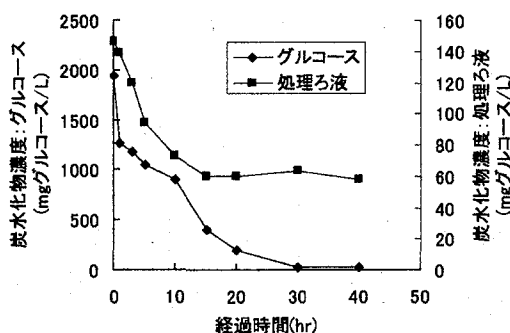


図3-5 炭水化物濃度の経時変化

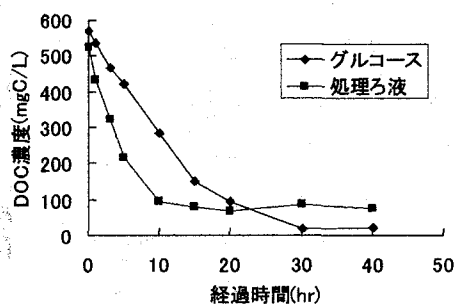


図3-6 DOC濃度の経時変化

4.まとめ

超音波を汚泥に照射すると窒素、リン、DOC溶出量は照射電力量に比例し溶出量は増加する。しかし照射電力量が限度を越えるとある範囲以上では、溶出のためのエネルギー効率が低下する。本研究で実施した条件では、その限度値は、0.039(Wh/mgSS)となった。また、液化有機物は生物分解されるものの、炭水化物成分の一部は生物難分解性であった。超音波による汚泥液化及び生物代謝により発生汚泥削減を図る際には、難分解成分について考慮する必要があると考えられた。

参考文献

- 1)環境省：平成16年度版 環境白書 p.110,(2004).
- 2)香山和久,石田隆一,小川悟志：超音波を利用した汚泥減量化システム：社団法人農業土木学会 資源循環研究部会,pp.89-96,(2004).
- 3)西村武文：オゾンによる下水汚泥の可溶性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).