

第VII部門

酸素消費速度と微生物活性に基づく超音波処理液の特性評価

大阪工業大学工学部 学生員 ○中原 幸治 川合 宏
 大阪工業大学大学院 学生員 菊川 哲生
 大阪工業大学工学部 正会員 石川 宗孝 笠原 伸介

1.はじめに…著者ら¹⁾は、超音波を用いた余剰汚泥削減システム（図-1）を開発し、返送汚泥の一部を超音波で微細化することにより、余剰汚泥を可溶化させなくても大幅に削減できることを報告した。ただし、その効果は生物処理の条件に大きく左右され、一日余剰汚泥量の2倍量を超音波処理した場合、81%の汚泥削減率を得るには24時間のHRTが必要であった（図-2）。このシステムでは、超音波処理後に残存する懸濁成分の曝気槽内における分解率がほぼ余剰汚泥削減率を決めるため、超音波処理液の生分解性と微生物活性を評価することは、システムの操作条件（微細化・可溶化率、超音波処理量等）を決定する上で重要となる。そこで本研究では、藤田らの提案したOUR（Oxygen Uptake Rate：酸素消費速度）に基づく分画手法²⁾を用い、超音波処理液の生分解性を評価するとともに、生菌数とATPを測定し、超音波処理液の微生物活性を評価した。

2.実験方法

2.1 供試汚泥の調整…グルコース、ペプトンを主成分とする人工

下水で馴致した活性汚泥を用い、生分解性評価試験および活性評価試験を行った。生分解性評価試験においては、活性汚泥をSS濃度500mg/Lに調整した後200mLのトルビーカーに100mLとり、超音波発振機（（有）カワジリマシナリー社製、振動子36mmφ、出力650W、周波数20kHz）を用いて0、5、10、20分の条件で超音波処理を行った。活性評価試験においては、活性汚泥をSS濃度10,000mg/Lに調整した後0、5、10、20分の条件で超音波処理を行った。いずれの試験においても、超音波処理する際、急激な温度上昇を防ぐため、氷で冷却しながら超音波を照射した。

2.2 生分解性評価試験²⁾³⁾…超音波処理液を生物分解性にに基づいて分画し、生物易、遅、難分解性有機物濃度をCOD換算値として求めた。超音波処理液とSS500mg/Lの活性汚泥を容積比9：1となるようふ卵瓶（100mL）に封入し、OUR試験を行うとともに、超音波処理液のBOD₅、10、15、20およびTOCを測定した。混合液のOURは、図-3に示すように、計測直後は、酸素消費が易分解性成分の分解に大きく影響されるため急激に低下するが、一度ほぼ全ての易分解性成分が消費されると、酸素消費はほぼ加水分解による基質分解と内生呼吸に支配されるため緩慢に低下する。図中に示す領域Sの面積は、消費された基質（COD換算値）のうち汚泥に転換されなかった量（COD換算値）に相当することから、易分解性有機物濃度は、 $S / (1-a)$ （a：汚泥転換率=0.63）として求めた。また、遅分解性有機物濃度は、余剰汚泥削減システムのSRTを勘案し、BOD₅、10、15、20の各値か

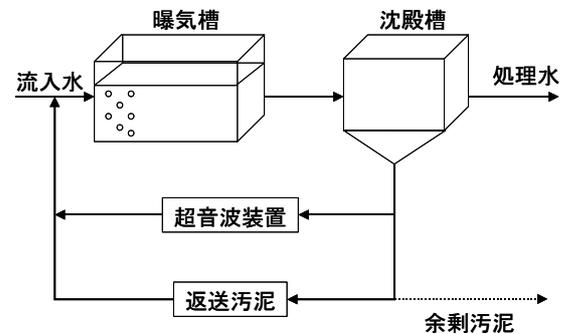
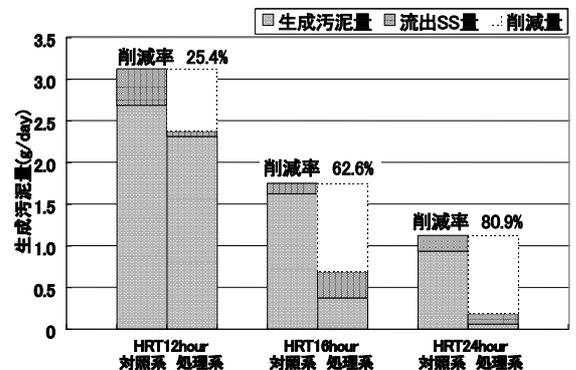


図-1 超音波を用いた余剰汚泥削減システム



※一日余剰汚泥量の2倍量を超音波照射

図-2 一日余剰汚泥量¹⁾

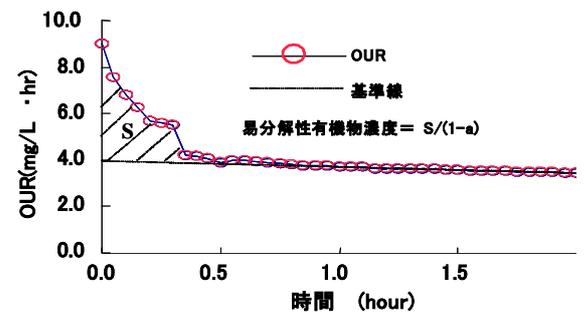


図-3 OURに基づく易分解性有機物

ら易分解性有機物濃度を差し引くことにより求めた。難分解性有機物濃度は、全有機物濃度（COD換算値=TOC×2.67）から易分解性および遅分解性有機物濃度を差し引くことにより求めた。

2.3 活性評価試験…超音波処理後に残存する懸濁成分の微生物活性を評価するため、生菌数とATPを測定した。生菌数については、超音波処理液をリン酸塩緩衝水で適宜希釈した後、CGY寒天培地上で25℃、14日間培養して求めた。ATPについては、超音波処理液にATP測定用試薬を添加し、ルミノメーター（UPD-4000、(株)明電舎社製）を用いて計測した。

3.可溶化率と生分解性…図-4に示したOUR試験結果によると、超音波処理時間が長いほど易分解性有機物濃度は高くなり、処理時間20分の場合、易分解性有機物濃度は照射前の10倍以上まで増加した。また、図-5に示した超音波処理時間別の有機成分の分画結果においても、処理時間が長いほど難分解性有機物濃度は減少し、超音波処理は生分解性の向上に寄与している様子が示唆された。しかし、易分解性有機物と遅分解性有機物が全体に占める割合は、最大でも約20%と低く、超音波処理液中に含まれる有機物の生物処理による除去効果は比較的低いことが示唆された。遅分解性有機物濃度についてはBOD₅、10、15、20の各値から算出したが、大きな変化は見られなかった。また、通常、超音波処理は、可溶化率10%未満の条件で適用される場合が多く、実用域では特に、曝気槽内での急速な生物分解は期待し難いと考えられる。さらに、処理時間20分の場合、DOC/TOCは約50%まで増加したが、易分解性有機物と遅分解性有機物が全体に占める割合は高々20%程度であったことから、可溶化に伴って生成された溶存有機物の大半は難分解性と考えられ、超音波処理による可溶化は処理水質に悪影響を及ぼす可能性が示唆された。

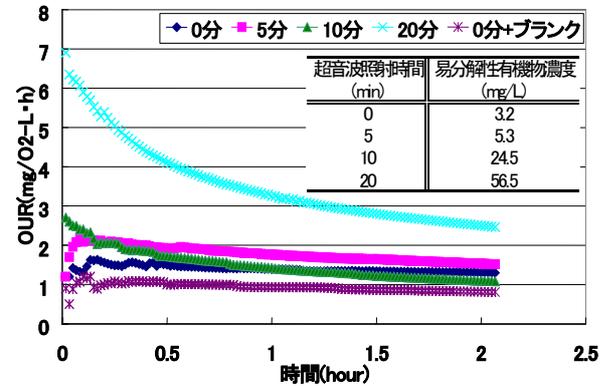
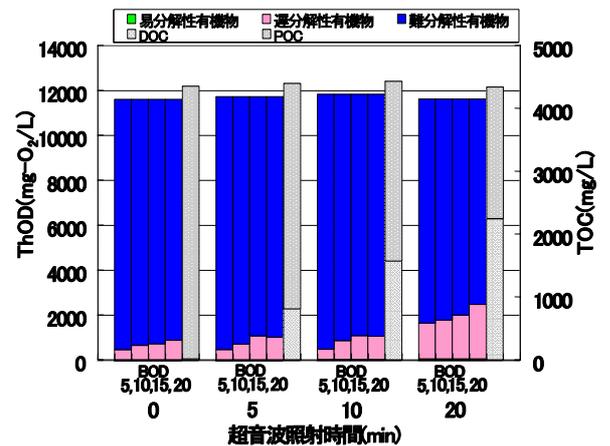


図-4 超音波処理時間別 OUR の変化



※BODは5、10、15、20日測定

図-5 超音波処理時間別の有機成分の分画結果

4.ATP と生菌数…MLSS当たりの生菌数とATPの変化を示した図-6によると、処理時間5、10、20分において、生菌数は60、73、95%、ATPは25、50、57%それぞれ減少し、超音波処理に伴って汚泥中の微生物活性は低下する様子が示唆された。しかし、可溶化率が低い条件では比較的低い減少率に止まっていたことから、実用域では、超音波処理を行っても比較的高い活性が維持されると考えられ、曝気槽内における活性汚泥への悪影響は小さいことが示唆された。

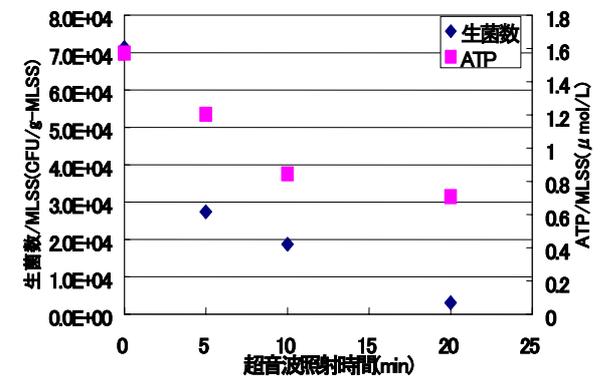


図-6 MLSS当たりの生菌数、ATP

5.おわりに

本研究により、可溶化するほどの超音波処理を行うと、生分解性は向上し、微生物活性も低下するが、可溶化しない程度の条件では、汚泥は大幅には改質されないことが明らかとなった。最後に、実験データの採取に協力頂いた学部生の西 洋平君と村松 健治君に感謝の意を表します。

【参考文献】1)見手倉他：超音波を用いた余剰汚泥削減システムに関する研究，環境工学研究論文集 vol. 39, pp. 31-41, 2002.11；2)藤田昌史他：高温高压水反応による余剰汚泥可溶化処理液の生物学的リン除去の炭素源としての有効性評価環境工学研究論文集 vol. 40, pp. 23-28, 2003.3；3) Kappeler, J. and Gujer, W.: Estimation of kinetic parameters of heterotrophic biomass under aerobic conditions and characterization of wastewater for activated sludge modeling, Water Science and Technology, 25 (6), pp. 125-139, 1992