

B-12 余剰汚泥削減型活性汚泥法における微細化・可溶化処理液の生分解性評価

大阪工業大学大学院工学研究科 ○菊川哲生 川 合 宏 中原幸治
大 阪 工 業 大 学 工 学 部 石川宗孝 笠原伸介

1. はじめに

筆者らは、既往の研究において、余剰汚泥削減型活性汚泥法の返送汚泥の一部に超音波処理や水熱処理を適用した場合、処理水質を悪化させることなく余剰汚泥を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(SRT, HRT)に大きく左右され、超音波処理の場合 SRT 10~30day, HRT 12~24hour 程度、水熱処理の場合 SRT3~6day, HRT4~8hour 程度の条件で処理を行うと効果的であることが明らかとなっている^{1), 2)}。汚泥を微細化, 可溶化させ曝気槽へ返送させる場合、曝気槽内での処理液の分解率は、懸濁成分については SRT に、溶存成分については、HRT にそれぞれ依存するため、処理液の生分解性を懸濁、溶存成分に分けて評価することはシステムの操作条件を決定する上で重要となる。そこで、本研究では、超音波処理液および水熱処理液の BOD と ThOD (COD 換算値), SS を測定し、処理液および処理後に残存する懸濁成分、溶存成分の生分解性を評価した。BOD の測定に際しては、処理液の分解時間を考慮し、BOD₅, 10, 15 および 20 日間試験を行った。

2. 実験方法

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 SS 濃度 10,000mg/L に調整した後、超音波処理, 水熱処理をそれぞれ行った。超音波処理においては、200mL のトルビーカーに濃度調整した活性汚泥を 100mL 投入し、超音波発信機(有)カワジリマシナリー社製、振動子 36mm φ, 出力 650W, 周波数 20kHz) を用いて、5, 10, 20 分の条件で行った。超音波処理を行う際、急激な温度上昇を防ぐため、氷で冷却しながら処理を行った。他方、水熱処理においては、濃度調整した活性汚泥を、オートクレーブ (耐圧硝子工業(株)社製, TEM-V1000N 型, 有効容積 700mL) に 500mL 投入し、処理温度 100, 160, 200℃、処理時間 60 分、攪拌速度 300rpm の条件で行った。超音波および水熱処理前後の TOC, DOC*, BOD, 溶存性 BOD (以下 D-BOD と示す。)*および SS を測定するとともに、TOC の測定結果より ThOD (TOC × 2.67) を求めた。(※孔径 1.2 μm の GF/C ろ紙を用いてろ過)

3. 実験結果および考察

3. 1 汚泥の可溶化

図-1 および図-2 に、超音波, 水熱処理液の SS および TOC の変化と超音波, 水熱処理液の ThOD をそれぞれ示す。処理時間, 処理温度が増加するほど SS は減少し、それに伴って、TOC に占める DOC の割合が増加した。それと同様に P-ThOD に占める D-ThOD の割合も増加した。また、水熱処理の場合、熱分解反応により汚泥が液

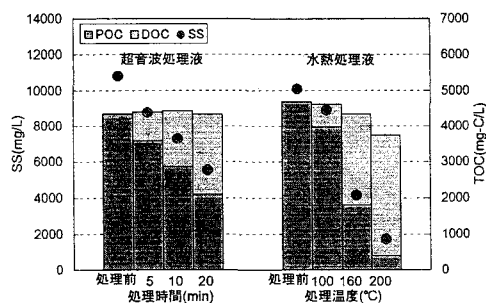


図-1 超音波, 水熱処理液の SS および TOC の変化

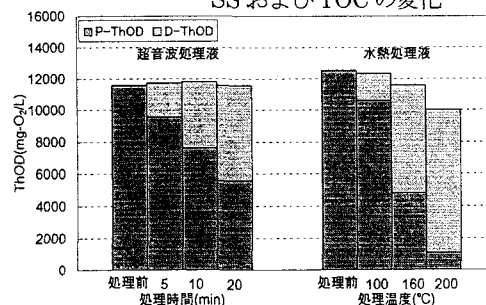


図-2 超音波, 水熱処理液の ThOD

化した後、ガス化が進行し、超音波処理の場合には確認されなかったガス化が処理温度が増加するほど確認された。

3. 2微細化、可溶化に伴うBODの変化

図-3および図-4に、超音波処理液のBOD、水熱処理液のBODをそれぞれ示す。超音波処理の場合、処理時間が長くなるほど汚泥の微細化により懸濁性BOD(以下、P-BODと示す。)が上昇した。また、汚泥の可溶化により、D-BODも上昇したことから、結果として超音波処理液のBODが上昇した。一方、水熱処理の場合、P-BODは100℃で処理前より上昇し、160、200℃と処理温度が高くなるほど低下する傾向を示した。汚泥の可溶化により、懸濁成分が減少し、P-BODは低下するが、D-BODが上昇するため、結果として水熱処理液のBODは処理前と比較して上昇した。しかし、200℃に注目すると、100、160℃と比較してBODは低下した。これは、易分解性有機物がガス化し、処理液のBODが低下したものと考えられる。

3. 3懸濁成分の生分解性

図-5に、超音波処理液のP-BOD/P-ThODを示す。まず、BOD₅に注目すると、処理前は0.1程度であったのに対し、処理時間が長くなるほど、P-BOD/P-ThODは増加し、処理時間20分では0.3程度まで上昇した。BOD₂₀に注目すると、BOD₅と同様に、処理時間が長くなるほど、P-BOD/P-ThODは増加した。ここで、BOD₅からBOD₂₀の挙動に注目すると、各日数共に処理時間が長くなるほど上昇しているが、その中で最もP-BOD/P-ThODの増加したのは、BOD₁₀であり、処理前が0.1程度であったのに対して、0.4程度まで上昇した。このことから、超音波処理により残存する懸濁成分の生分解性は向上することが確認され、懸濁成分の生物処理には比較的長い分解時間が必要であることが示唆された。

図-6に、水熱処理液のP-BOD/P-ThODを示す。まず、BOD₅に注目すると、処理前は0.1程度であったのに対し、処理温度が高くなるほど、P-BOD/P-ThODは増加し、処理温度200℃では0.4程度まで上昇した。BOD₂₀に注目すると、BOD₅と同様に、処理温度が高くなるほど、P-BOD/P-ThODは上昇した。ここで、BOD₅からBOD₂₀の挙動に注目すると、各日数共に処理温度が高くなるほど上昇しているが、その中で最もP-BOD/P-ThODの増加したのは、BOD₅であり、処理前が0.1程度であったのに対して、0.4程度まで上昇した。このことから、水熱処理により残存する懸濁成分の生分解性は向上すること

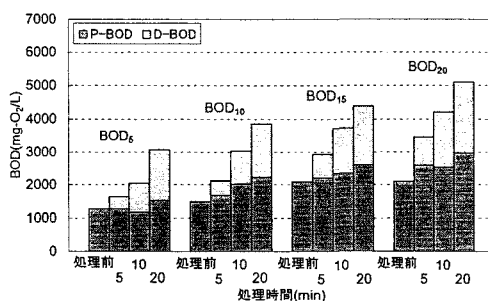


図-3 超音波処理液の BOD

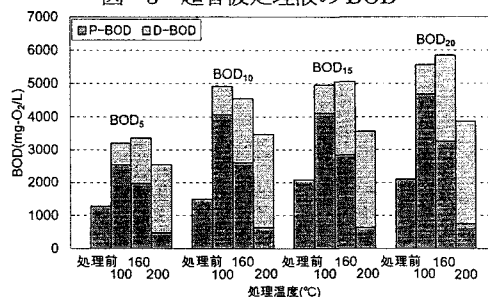


図-4 水熱処理液の BOD

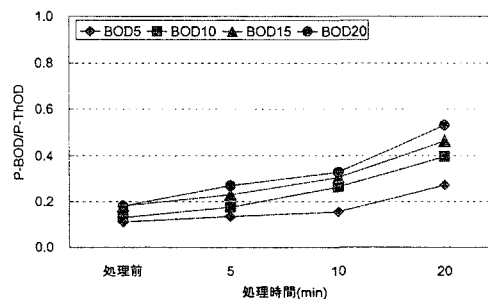


図-5 超音波処理液の P-BOD/P-ThOD

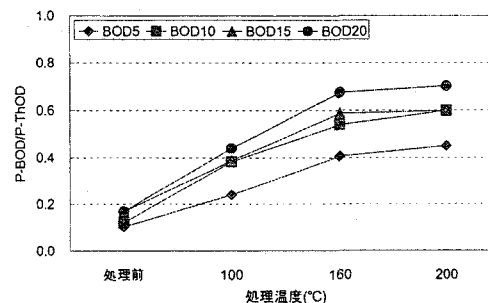


図-6 水熱処理液の P-BOD/P-ThOD

が確認され、懸濁成分の生物処理には、超音波処理と比較して、短い時間で分解可能であることが示唆された。

3. 4 溶存成分の生分解性

図-7に、超音波処理液のD-BOD/D-ThODを示す。まず、BOD₅からBOD₂₀は、各日数共に処理時間が長くなってもD-BOD/D-ThODはほぼ横ばいであった。また、BOD₂₀まで測定してみてもD-BOD/D-ThODの増加は最大で0.2程度であり、超音波処理により生成された溶存成分は分解性の低い有機物であることが示唆された。

図-8に、水熱処理液のD-BOD/D-ThODを示す。まず、BOD₅からBOD₂₀は、各日数共に処理温度が高くなるほどD-BOD/D-ThODは減少した。また、BOD₂₀まで測定してもD-BOD/D-ThODの増加は最大で0.2程度であり、水熱処理により生成される溶存成分は生分解性の低い有機物であることが示唆された。

4. おわりに

本研究で得られた知見は以下になる。

1) 超音波、水熱処理液のBODの挙動は、汚泥の可溶化に依存し、可溶化するほど懸濁成分が減少し、P-BODは上昇または減少するが、D-BODが上昇するため、結果として処理前と比較してBODは上昇した。

2) 懸濁成分の生分解性は、超音波処理の場合、処理時間が長くなるほど向上した。BOD₅からBOD₂₀まで測定すると、P-BOD/P-ThODの上昇が最も大きかったのは、BOD₁₀であり、超音波処理後に残存する懸濁成分の生物処理には比較的長い分解時間が必要であることが示唆された。

3) 水熱処理の場合、処理温度が高くなるほど生分解性は向上した。BOD₅からBOD₂₀まで測定すると、P-BOD/P-ThODの上昇が最も大きかったのは、BOD₅であり、水熱処理後に残存する懸濁成分の生物処理には超音波処理と比較して短い時間で分解が可能であることが示唆された。

4) 溶存成分の生分解性は、超音波処理の場合、処理時間が長くなってもほぼ同程度であった。また、BOD₂₀まで測定してもBOD₅と比較してD-BOD/D-ThODの増加は最大で0.2程度であったことから、超音波処理により生成された溶存成分は生分解性の低い有機物であることが示唆された。

5) 水熱処理の場合、処理温度が高くなるほど生分解性は低下した。また、BOD₂₀まで測定してもBOD₅と比較してD-BOD/D-ThODの増加は最大で0.2程度であったことから、水熱処理により生成された溶存成分は生分解性の低い有機物であることが示唆された。

最後に、本研究に協力頂いた関係の学生諸氏に対し、心より感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 見手倉幸雄・古崎康哲・榊原隆司・安藤卓也・笠原伸介・石川宗孝：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) 奥田友章・古崎康哲・村上定瞭・笠原伸介・石川宗孝：水熱反応を利用した汚泥削減システムに関する基礎的研究，土木学会論文集，No.692/VII-21，pp.21-30，2001.11

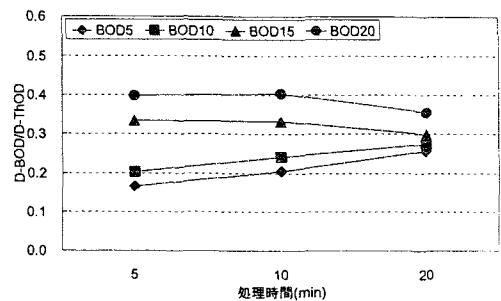


図-7 超音波処理液の D-BOD/D-ThOD

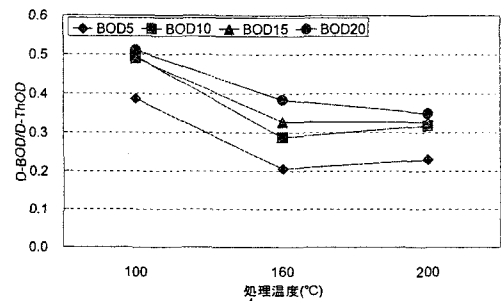


図-8 水熱処理液の D-BOD/D-ThOD