

B-6

高速回転ディスクによる有機性固形廃棄物のBOD化に関する研究 —前処理あるいは後処理としての加温の影響—

山口大学 ○村上裕子、今井 剛、浮田正夫
宇部高専 汐重 啓、北本孝洋、深川勝之、河村友喜

1. 研究目的

現在、排水の多くは活性汚泥法によって処理されているが、この処理法には大量の余剰汚泥が発生するという問題がある。汚泥は、我が国では年間約1.9億ton排出され、産業廃棄物の年間排出量の約48%（平成8年度）を占めている¹⁾。この汚泥は排出量のうち約1.5億tonが減量化の対象となっているが、大部分は脱水、焼却によるものであり、結局大量の焼却灰を処理しなければならない。また、セメント産業への利用や堆肥化など有効利用も行われているが、汚泥排出量の約5%程度である。このように、焼却時に費やすエネルギーやコストの問題、有効利用率の低さから、新たな処理・処分方法の開発とその有効利用技術の発展が社会的に強く求められている。汚泥を再資源化する方法としては、メタンガスとしてエネルギー回収するものが有望である。したがって、その前処理技術として汚泥のBOD化の検討が重要である。汚泥のBOD化法としては、超臨界水を用いる高エネルギー法、オゾンや酸・アルカリ及び熱を用いる化学的方法、好熱性菌を用いる微生物学的方法等が研究されている。しかしこれらの方法は、コストがかかる、あるいは装置の維持管理に熟練を要する等の問題点を有する。そこで、本研究では維持管理が容易でコストの低減が期待できる物理的分解法の1つである高速回転ディスクによる汚泥のBOD化の検討を行う。本法では、高速で回転するディスク間に汚泥を通過させ、ディスクによる直接的な汚泥のすり潰し、流体のせん断力による破碎、及び前処理あるいは後処理としての加温によるBOD化の促進について検討する。本研究では下水処理場から排出される余剰汚泥を対象としてBOD化の検討を行う。

2. 実験装置および方法

2-1. 実験装置

本実験で用いる実験装置の概略を図1に示す。構造は非常にシンプルで上部の投入口からサンプルを注入すると2枚のディスク間を遠心力によって通過し、モーターによる高速回転によって汚泥をすり潰す回転ディスク型の装置（MICRO-NIZER、長沢機械製作所製）である。ディスクの材質はセラミックで、その直径は約200mmである。ディスク上部には汚泥注入のための直径約100mmの開孔部が設置してあり、外側50mmが通過部分となる。ディスク表面は、内側が粗面で外側に向けて次第に滑らかな構造となっている。回転数は3500r.p.m.に固定されている。ディスク間隔はダイヤルにより自由に設定できるようになっている。本研究では200μmに固定して実験を行った。

2-2. 実験方法

宇部市東部浄化センターより余剰汚泥を採取し、必要に応じて濃縮した（布によるろ過）。濃縮した汚泥を図1の実験装置に繰り返し投入し（以後、ディスクパスと略す）、設定ディスクパス回数ごとにサンプリングを行った。各サンプルについてMLSS、MLVSS、BOD、TOC、粒度分布を測定した。

2-3. 加温の方法

a)前加温の方法 採取し濃縮した汚泥を恒温槽内で加温し、設定温度に達してから30分間設定温度で保持した。設定温度は50、70、80℃の3段階で行った。なお、温度維持の間、槽内の温度を均一に保つために汚泥をマグネチックポンプを用いて循環させたが、その影響を確認するために加温を行わずポンプ

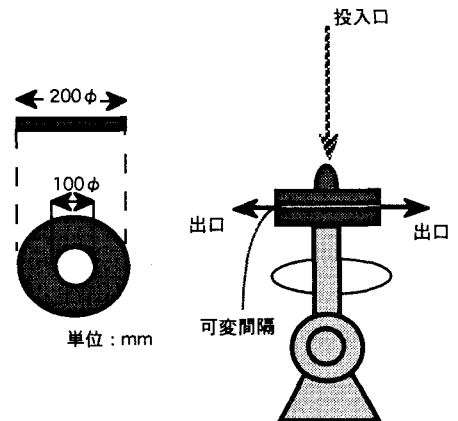


図1 実験装置の概略図

による循環のみで30分運転し、粒度分布及びDOCを測定した。その結果、メジアン径は56 μm から、49 μm に変化したものの、同時に測定したDOCは41.0mg/Lから、43.5mg/Lとほとんど増加しなかったことから、ポンプによる循環により汚泥のフロックが分散させられたものの、BOD化には至っていなかったものと考えられる。

b)後加温の方法 採取し濃縮した汚泥を回転ディスク型処理装置で25回処理した後のサンプルを、それぞれの設定温度(40、50、60、70、80℃)と同数用意し、恒温槽内で加温し設定温度に達してから30分間保持した後、DOCを測定した。

3. 実験結果及び考察

3-1.MLSS及びMLVSS

各実験におけるMLSSとMLVSSを表1に示す。汚泥の濃縮は、毎実験ごとにほぼ同じ濃度になるように行ったが、手で行ったため3000mg/L程度の差がでた。MLSS、MLVSSの比は70-80%で安定していた。

3-2. 前加温ならびにパス回数が粒子径に及ぼす影響

各実験におけるディスクパス回数と粒子径の変化の関係を図2に示す。図から加温により、メジアン径が小さくなっていることがわかる。また、初回のディスクパスにおけるメジアン径の低下が顕著であり、以後は緩やかに粒径が小さくなっていることがわかる。したがって、粒径に関しては初回のディスクパスが大きく効いていることがわかる。最終的には10 μm 強程度になり他の温度においてもほぼ同じ分布となった。

なお、前加温80℃においては、ディスク間隔が設定した値よりも広がったことから、他の結果よりも全体的に高い結果となったものと考えられる。ディスク間隔が広がった理由として、

ディスク表面が不均一な凹凸であるために、ディスク間隔を正確に測定することは構造的にも困難であること、装置の運転中にディスク間隔が広がること、が考えられる。そこで、再度80℃前加温の実験を行った。実験結果はほぼ同じであったため、前加温80℃については装置が不調であったと考えられる。

3-3. 前加温ならびにパス回数とBOD濃度の変化の関係

ディスクパス回数とBOD濃度の変化の関係を図3に示す。ここでは50℃前加温のみの結果を示しているが、これは他の温度においてBODの測定ができなかったためである。実験結果からディスクパス回数の増加とともにBOD化が進行していることがわかる。メジアン径は1回目のパスで大きく変化し、その後は緩やかに変化した(図2)が、BODはパス回数にほぼ正比例して増加している。つまり、メジアン径の変化とBOD化の進行度は必ずしも正比例するものではないと考えられる。これは、菌が破砕(細胞膜に傷が生じたことによる細胞質の流出)されたことによるメジアン径の減少はそれほど大きくないため、あるいは破砕されてもほとんど粒径自体は変化しないためであると考えられる。

3-4. 前加温ならびにパス回数とDOC濃度の変化の関係

ディスクパス回数とDOC濃度の変化の関係を図4に示す。50℃と70℃では、パス回数が増えるにつれて比例的にDOC濃度は増加したが、80℃ではさほど増加しな

表1 MLSSとMLVSSの結果

	50℃前加温	70℃前加温	80℃前加温	80℃前加温②
MLSS	17740	15180	18520	18380
MLVSS	13900	11540	12210	14470

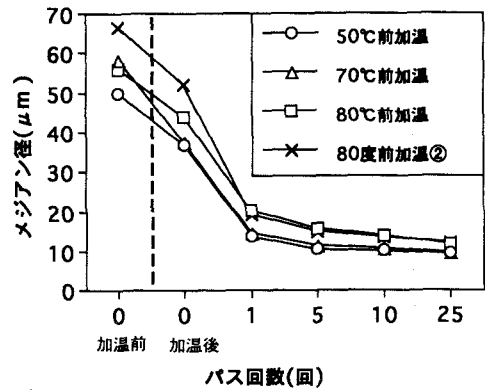


図2 パス回数と粒子径の関係

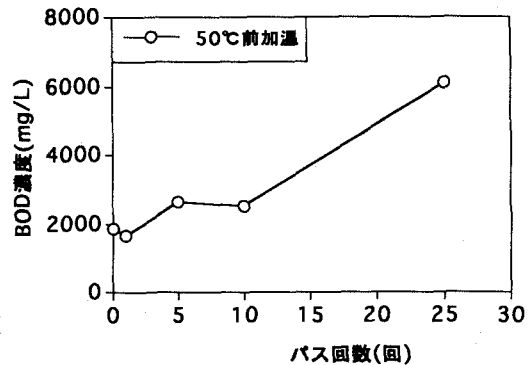


図3 パス回数とBODの関係

かった。これは、メジアン径の変化（図2）からもわかるように、ディスク間隔が幾分広がったため汚泥の破碎が生じにくく、DOC濃度がさほど増加しなかったものと考えられる。また、前加温の温度が高いほど、初期のDOC濃度が高かったが、25回のディスクパス後のDOC濃度にはほとんど差がなかった。すなわち、加温に要するコストを考えると前加温としては、50℃で十分な効果が得られると考えられる。汚泥込みのTOC濃度は、各実験において多少ばらつきがあるものの概ね7100mg/L程度であり、全体の1/3強が可溶化したものと推定される。また、加温後のディスクパス前のDOC濃度（図4の0回パス）は温度が高いほど高かった。

3-5. パス回数とBOD/DOC比の関係

ディスクパス回数とBOD/DOCを図5に示す。前加温50℃のもの以外はBODの測定ができなかったため、50℃の結果のみ示す。図から、平均してBODはDOCの1.6倍程度であり、ディスクパス回数の増加とともにBOD/DOC比が高くなる傾向があることがわかる。これはディスクパス時の破碎効果によって、難分解性成分の易分解化が生じている可能性を示唆している。

3-6. 加温の可溶性に及ぼす影響に関する考察

後加温とDOC濃度の変化の関係を図6に示す。図において、「処理前」とは、ディスク処理する前のサンプルのことで、「処理後」はディスク処理25回パス後、そして、その後各設定温度で30分間加温したものを40、50、60、70、80℃として示した。図4及び図6からわかるように、前加温の結果と比較して後加温の結果は1オーダー以上低かったため、前加温の効果の方が明らかに大きかったことがわかる。また、DOC濃度の結果から、加温後のディスクパス前（図4のパス回数0回）のDOC濃度は温度が高いほど高かったが、25回パス後ではDOC濃度にさほど差がなかった。すなわち、本実験での設定温度（40～80℃）においては、ディスク処理を繰り返し行うことで、前加温の設定温度に関係なく可溶化が可能な濃度の上限が存在することが推察される。したがって、加温に要するコストを考えると前加温としては、50℃で十分な効果が得られると推定された。ただし、ディスク処理回数を減らすには前加温の温度が高温なほど効果があるため、システム全体を考慮して前加温の温度の設定を行えばよいと考えられる。

4. まとめ

本研究では、高速回転ディスクを用いて余剰汚泥の可溶化に関する実験的検討を行った。さらに、その前処理としての前加温及び後処理としての後加温によるBOD化の促進効果について検討した。実験結果から、本高速回転ディスク装置を用いてのBOD化が十分に可能であり、特に前処理としての前加温を行うことにより顕著にBOD化が促進されることが実験的に確認された。また、前加温の設定温度は、50℃で十分であると推定された。今後は、加温による影響に関するデータがまだ不十分なため、さらに実験を行い、データの蓄積を行う、さらに、ディスクの材質の違いによるBOD化の違いを検討する予定である。

参考文献：1) 平成11年度環境白書

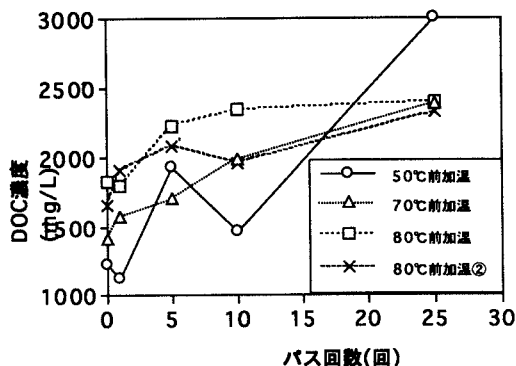


図4 パス回数とDOCの関係

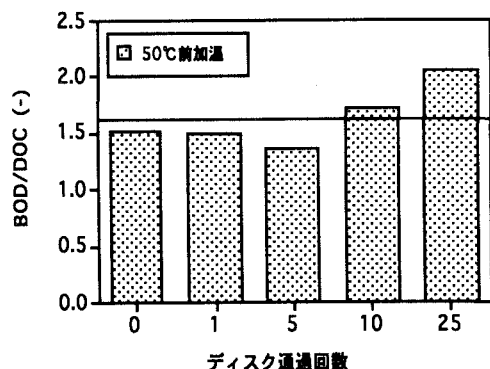


図5 パス回数とBODとDOCの比の関係

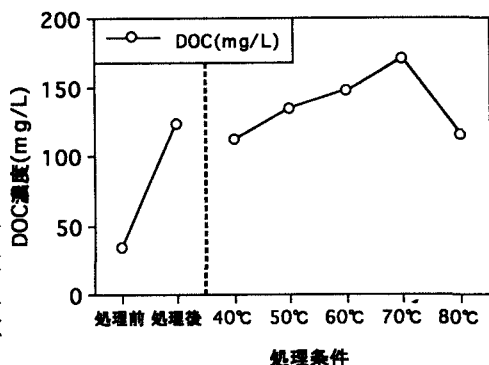


図6 後加温における設定温度とDOCの関係