

研究成果報告書

所属機関	職名	氏名
宇部工業高等専門学校	准教授	野本直樹

研究テーマ

持続可能な超省エネ型油含有排水および廃棄物同時処理システムの開発

研究報告

1. 研究の背景と目的

一般家庭、飲食店、食品加工場等において、日常的に動植物性油が使用され、油分を含む排水が排出されている。一般家庭から出る生活排水中の油分が平均40 mg/Lに対し、飲食店排水では120~400 mg/Lと、高濃度の油分が含まれている。通常、事業場ではグリストラップを設置し、排水中の油分を分離した後、排水処理設備あるいは下水道へ排水が送られる。しかし、グリストラップの清掃不備や流入量の変動、排水が高温であるため油水分離しにくい等の原因により、油分が後段に移行してしまうことも多々ある。短期的には、この流出した油分は後段の排水処理で処理可能なこともあるが、長期的には分解しきれない油分が残留して、排水処理装置内の微生物への悪影響や、下水管の詰まりを引き起こす等の問題が生じている¹⁾²⁾。

下水処理場に流入する飲食店由来の排水量は9%程度であるのに対し、その油分は43%と大部分を占めるとの調査結果もある。下水道未接続の飲食店がある地域では、その放流先の河川で油分が検出されており、水環境への悪影響も懸念される³⁾。しかし、水質汚濁防止法で排水処理設備の設置を義務付けられている事業場は、排水量50 m³/day以上が対象であり、これに満たない事業場の数が約86%と大部分を占めている¹⁾。小規模な事業所では、その設置費用だけでなく、維持管理費用が大きな負担となるため、排水処理設備の普及は容易ではない。

現在、飲食店等の小規模施設の排水処理として、浄化槽がよく用いられる。本法は、コンパクトで処理性能も良好であることから重宝されている一方、曝気に要する電力エネルギーや余剰汚泥の発生に伴う汚泥の処理費用等、多額の費用が維持管理のために発生することが課題として挙げられる。

以上より、小規模事業場において、安価に設置できる排水処理設備、およびグリストラップから流出する油分を処理可能な設備の開発が急務である。この様な条件を満たす手法として、動力不要かつ汚泥発生量を抑制可能な嫌気性バッフルドリアクター (Anaerobic Baffled Reactor : ABR) が挙げられる。本研究では、これらの課題を解決し、ABRを主体とした排水処理装置を実用化することを目的として、新規下水処理システムの開発を行った。また、廃棄物処理にかかわる維持管理費を削減するため、生ごみのメタン発酵処理も含めた、総合的な排水、廃棄物処理システムの構築を試みた。

1) 大塚俊彦, 2017, 筑波大学大学院博士論文

2) 東京都下水道局ホームページ https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/living/life/oil/food_onegai/index.html

3) 登美鈴恵, 2012, 金沢大学大学院博士論文

2. 研究成果および考察

2.1 ABRを用いた排水処理

ABRに、校内の食堂排水を供給し、排水処理試験を行った。ABRの構造について、1槽目にラインミキサーを設置し、固形分を物理的にせん断して、微細化、加水分解反応の促進を試みた。また、油脂分は通常スカムとしてリアクター上部に蓄積するが、ラインミキサーにより油脂分を水相に保持することで、微生物による油脂分の分解を目指した。ラインミキサーの出口には、不織布層を設けた。不織布担体は、酸生成菌等の微生物の保持を目的とし、2、3槽目にカーテン状に設置した。ABR後段では、メタン発酵を目的として、消化汚泥を植種したガラス担体を投入した。最後に、沈殿槽で固液分離を行った。ABRについて、運転初期は、油水分離した状態で装置に原水を供給するため、原水タンクの攪拌を行わずに原水の液相部分のみ (スカムと沈殿物以外) をリアクターに送液し、本システムの運転を行った。この間、HRTを50 h、43 h、27 h (それぞれphase1、2、3) と徐々に短縮した。その後、原水タンクの攪拌を行い、HRT12.6 h、75 h、38 h、26 h、20 h (それぞれphase4、5、6、7、8)

と変化させて運転した。

各運転条件における原水およびABRのCODの測定結果をTable 1に示す。phase 4~8のABR処理水のCOD濃度はどのHRTでも同程度であったことから、HRT12.6~75 hの間では同程度の有機物除去性能であることが分かった。この結果より、このABRは浄化槽等の本処理設備がある場合、前処理装置として有効だと考えられる。他方、本リアクターは、リアクターの小規模化と運転管理費削減を目指し、メタン生成相でのpH調整を行わなかった。phase 1~3、phase 4~8どちらもpHはいずれのHRTでも4付近であったことから酸生成で反応が終わっていたと考えられる。ABRで本試験以上の有機物除去を行うには、処理水循環やpH調整剤の添加等によりメタン生成相のpHを調整する必要がある。

Table 1 Result of COD for each condition

phase	1	2	3	4	5	6	7	8
raw	2870	2797	2141	2220	9797	4408	7606	9240
ABR	1723	2041	2351	4364	4778	4905	4833	3592

2.2 廃棄物処理

学内の食堂で発生する生ごみを供試試料とし、生ごみのメタン発酵を行った。供試試料は、米、パン、麺等の炭水化物、野菜、肉および魚類、卵の殻を、25 : 15 : 9 : 1となるように混合し、フードプロセッサで粉砕して調製した。リアクターは、酸生成相とメタン生成相を分離するために、ABRのように複槽式（4槽）とした。下水処理場の消化汚泥を種汚泥として加え、34 g-VS/kg-VVS/dayから徐々に有機物負荷を上昇させて運転した。廃棄物処理についても同様に、維持管理費削減のために、pH調整は行わなかった。また、装置を小規模化するために、供試試料の希釈も行わなかった。

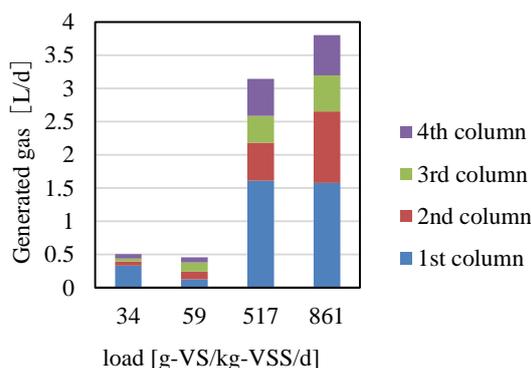


Fig. 1 Gas generation at each load

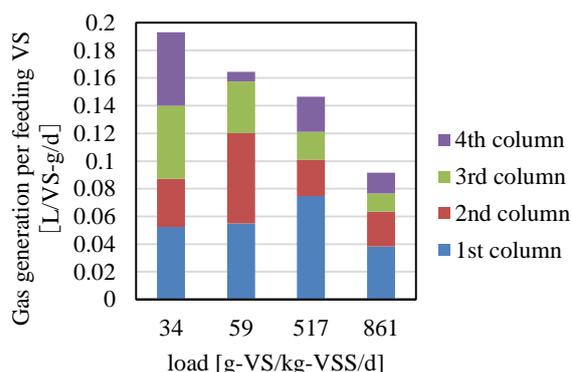


Fig. 2 Gas generation per feeding VS at each load

Fig. 1、2に、各負荷におけるガス発生量および給餌あたりのガス発生量を示す。Fig. 1より、有機物負荷861 g-VS/kg-VVS/dayまでは、負荷の増大につれてガス発生量が増加した。一方、給餌負荷あたりのガス発生量は、負荷が増加するにつれて減少した。これは、装置内の攪拌が十分にできておらず、給餌量が増えるほど微生物との接触効率が低下したためと考えられる。

他方、ガス発生量が低下した際、消化汚泥を追加すると、ガス生成能が改善された。pH調整剤の代わりに、廃棄物である消化汚泥を使用することが、メタン生成能の維持に有用である可能性が示唆された。

3. 将来展望

1槽目にラインミキサーを設置したが、常温では油脂が固まって詰まりを生じた。加温しない場合は、ラインミキサーは不要であることが示された。メタン生成を促進するためにはpH調整が不可欠であることが示されたことから、処理水循環、あるいは消化汚泥の適宜追加を試みる。また、油脂や最初沈殿汚泥について、当初はABRで処理する予定であったが、メタン発酵装置を併設する場合は、それらはメタン発酵装置で処理する方が適当である。本試験で明らかとなったこのような課題に対して、ABRの構造および運転条件を変更して運転を行い、引き続き、小規模施設で運転可能な排水および廃棄物処理システムの開発を行う。

4. 研究発表

第22回環境技術学会年次大会（発表予定）