

松枝葉と下水汚泥の混合嫌気性消化に関する基礎的研究

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○山崎 廉予
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 重村 浩之

1. 目的

近年、下水道事業において、地域のバイオマス活用の拠点としてエネルギー回収を推進する取り組みが行なわれている一方、河川事業においても、堤防や河川敷の刈草、伐木等を活用する取組みが新しく進められつつあり、各地域バイオマスの有効利用は今後ますます進んでいくと考えられる。有効方法の一つとして、下水処理場における下水汚泥との混合嫌気性消化がある。一般的な刈草や水草は、特殊な前処理を行わなくても、裁断のみである程度のメタン転換が期待できることが知られている¹⁾²⁾が、個々の植物品種において、汚泥との混合嫌気性消化が有用であるか検証されているわけではない。本研究では、嫌気性消化に投入するバイオマスとして、松に着目した。下水処理場の敷地内や、海辺等に生息している松(クロマツ)の枝葉を剪定した後の処理として、下水汚泥との混合嫌気性消化が有用か検証を行った。

2. 方法

本研究では、A 下水処理場内のクロマツ林から採取した松枝葉を用いた。3種類の前処理により、下水汚泥との混合嫌気性消化を行った。①葉を枝と分離後、松葉を10mm程度にハサミで裁断したもの、②葉と分離した枝を、裁断機で裁断し、2~3cm程度にしたもの、③松枝葉を、分離せず粉碎機で粉碎したものである。それぞれの投入バイオマスの様子を図-1に示す。



①松葉10mm ②松枝破砕機 ③松枝葉粉碎
 図-1 投入バイオマス

嫌気性消化実験は、中温条件(35℃)の回分式とし、表-1に示す4つの系で行った。消化汚泥、濃縮汚泥は、A 下水処理場で採泥した。実験は、ガラス瓶および攪拌機を組み合わせた反応器を用い、消化汚泥400mLを投入後、表-1に示す所定量の濃縮汚泥、投入バイオマスを添加し、滅菌した水道水を加えて全量を500mLとした。反応器内を窒素ガスで十分に置換して密栓後、35℃に調整した恒温水槽内に設置し、経時的にメタンガス発生量を測定した。実験期間は、18日間とした。消化汚泥、濃縮汚泥、投入バイオマス、実験終了後の消化汚泥の性状分析(TS(固形物量)、VS(有機物量))は、下水試験方法に従って行った。発生メタンガス量の測定は、水上置換方式のガス流量計(BioReactor Simulator AMPTS II、Bioprocess Control)を用いた。また、実験終了後の消化汚泥について、脱水性の評価を行った。高分子凝集剤を添加(濃縮汚泥のみのTSに対して1.5%)した消化汚泥を、遠心脱水(3,000rpm、20分)した。脱水前と脱水後の汚泥について、含水率を測定した。

表-1 回分式嫌気性消化実験における消化汚泥、濃縮汚泥、バイオマスの投入量

系列	名称	消化汚泥 ml	濃縮汚泥		投入バイオマス	
			投入湿重量(g)		備考	
1	消化汚泥+濃縮汚泥	400	11.38	-	濃縮汚泥のVSに対して、500%投入	
2	消化汚泥+濃縮汚泥+松葉	400	11.38	4.21		
3	消化汚泥+濃縮汚泥+松枝	400	11.38	3.53		
4	消化汚泥+濃縮汚泥+松枝葉	400	11.38	3.89		

3. 結果および考察

回分式実験における累積メタン生成量の経時変化を、図-2に示す。なお、回分式実験で用いた消化汚泥、濃縮汚泥、投入バイオマスのVS濃度は、それぞれ0.99%、3.48%、松葉47.0%、松枝56.0%、松枝葉50.9%であった。濃縮汚泥のみを投入した系と比較して、松枝葉を投入した3つの系において、実験開始直後からメタン発生速度が速くなり、累積メタンガス発生量も高かった。測定期間中の累積メタン発生量は、松葉を投入

キーワード 松枝葉, 混合嫌気性消化, 地域バイオマス, メタンガス発生ポテンシャル, クロマツ

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 国立研究開発法人土木研究所 TEL029-879-6765

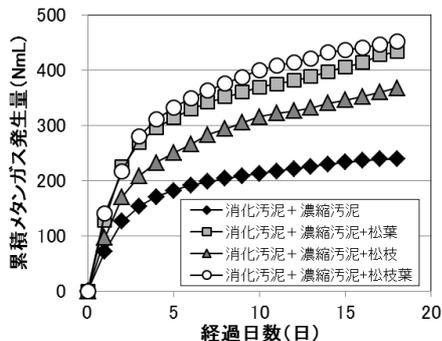


図-2 累積メタン発生量

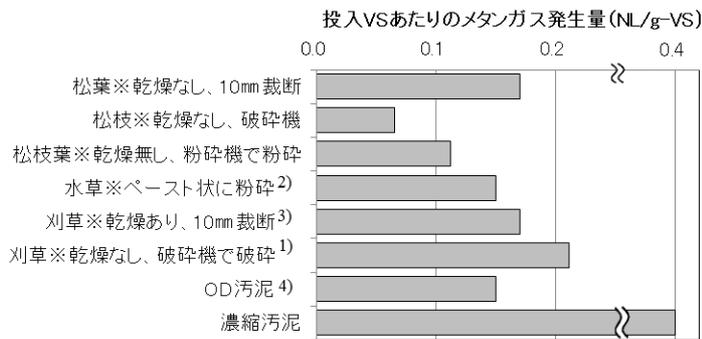


図-3 投入 VS あたりのメタンガス発生量

した系では、濃縮汚泥のみの約 1.8 倍、松枝葉を投入した系では、約 1.9 倍と安定して高かった。松枝を投入した系では、実験開始の翌日は、約 1.3 倍であったが、18 日後には、約 1.5 倍まで増えていた。これは、枝が固形物として大きいと、メタン転換に時間がかかっているものと考えられる。培養期間を延ばすことで、メタン生成速度はさらに上昇するのではないかと考えられる。

松枝葉バイオマスを投入した系、および水草や刈草の混合嫌気性消化等における、投入 VS あたりのメタンガス発生量を図-3 に示す。投入 VS あたりのメタンガス発生量は、松枝葉を投入した系から濃縮汚泥のみの系の、18 日後のメタン発生量を差し引き、松枝葉投入によるメタン発生量の増加分を算出し、松枝葉の各 VS で除した値とした。図-3 より、松葉を投入した系は、刈草や水草と同程度の発生量であり、濃縮汚泥の 40 % 程度であった。松枝葉を投入した系は、松葉を投入した系の約 64 %、松枝を投入した系は、約 41 % の発生量であった。松枝葉を粉碎することで、メタンガス発生量の増加を期待したが、枝が含まれることで、メタンガス発生量が低くなってしまった可能性が考えられる。

次に、実験終了後の消化汚泥の脱水性の評価を行った結果を図-4 に示す。なお、松枝を投入した系では、枝を抜いて評価を行ったため、参考値として示している。4 系列の消化汚泥について、脱水前の含水率は、98.6~98.9 % とほぼ同じであったが、脱水後の含水率は、松葉の系は、濃縮汚泥のみと比較して 2.9 %、松枝葉は 4.5 % 含水率が低かった。これにより、裁断や粉

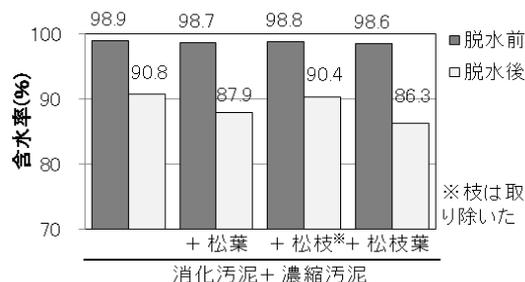


図-4 実験終了後の消化汚泥の脱水性の評価

砕をした松枝葉を混合することで、消化後の汚泥の脱水性が向上する可能性が示された。

4. まとめ

松枝葉の有効利用方法の一つとして考えられる下水処理場での嫌気性消化技術導入に必要な基礎的知見を収集するために、松枝葉と下水汚泥の混合嫌気性消化に関する実験を行った。その結果、松枝葉は刈草と同程度のメタンガス発生ポテンシャルを持つことが示された。松枝は、松葉よりもメタンガス発生量が低かったが、培養期間を延ばすことで、発生量の増加が期待できる可能性が示された。また、松枝葉混合により、消化後の汚泥の脱水性の向上が可能となることが示された。今後は、他の前処理の検討や連続嫌気性消化実験により、松枝葉のメタンガス発生ポテンシャルについて、詳細に検証していく。

謝辞 下水汚泥試料採取では、A 下水処理場にご協力いただきました。ここに記して、謝意を表します。

参考文献

- 1) 竹田ら, 下水汚泥と刈草の混合嫌気性消化特性, 土木学会論文集 G(環境), 71, pp.19-26, 2015
- 2) 岡安ら, 水草と下水汚泥の混合嫌気性消化に関する基礎的研究, 第 54 回下水道研究発表会講演集, N-10-7-7, pp.1093, 2017
- 3) 日高ら, 下水汚泥と刈草の混合嫌気性消化, 第 17 回日本水環境学会シンポジウム講演集, pp.153, 2014
- 4) 戸苅ら, OD 汚泥と廃油揚げを主体とする 7 種類の廃棄物系バイオマスの高濃度混合消化, 土木学会環境工学論文集 G(環境), 70, pp.425-432, 2014